

# VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA INFORMAČNÍCH TECHNOLOGIÍ  
ÚSTAV INTELIGENTNÍCH SYSTÉMŮ

FACULTY OF INFORMATION TECHNOLOGY  
DEPARTMENT OF INTELLIGENT SYSTEMS

## REALIZACE INTERKOMU DVEŘNÍ HLÁSKY PRO IMM

DIPLOMOVÁ PRÁCE  
MASTER'S THESIS

AUTOR PRÁCE  
AUTHOR

FILIP KOCINA

BRNO 2012



**VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ**  
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



**FAKULTA INFORMAČNÍCH TECHNOLOGIÍ**  
**ÚSTAV INTELIGENTNÍCH SYSTÉMŮ**

FACULTY OF INFORMATION TECHNOLOGY  
DEPARTMENT OF INTELLIGENT SYSTEMS

# **REALIZACE INTERKOMU DVEŘNÍ HLÁSKY PRO IMM**

REALIZATION OF INTERCOM OF DOOR SPEAKER FOR IMM

**DIPLOMOVÁ PRÁCE**  
MASTER'S THESIS

**AUTOR PRÁCE**  
AUTHOR

**FILIP KOCINA**

**VEDOUCÍ PRÁCE** Doc. Ing., Dipl.-Ing. MARTIN DRAHANSKÝ, Ph.D.  
SUPERVISOR

BRNO 2012

**Vysoké učení technické v Brně - Fakulta informačních technologií**

Ústav inteligentních systémů

Akademický rok 2011/2012

**Zadání diplomové práce**

Řešitel: **Kocina Filip, Bc.**

Obor: Inteligentní systémy

Téma: **Realizace interkomu dveřní hlásky pro iMM**  
**Realization of Intercom of Door Speaker for iMM**

Kategorie: Umělá inteligence

Pokyny:

1. Nastudujte literaturu týkající se iMM společnosti ELKO EP s.r.o. a dveřních hlásek, se zaměřením na interkom.
2. Navrhněte videospojení pro iMM mezi dveřní hláskou a místností, dále pak mezi jednotlivými místnostmi.
3. Dle předchozího návrhu provedte implementaci.
4. Zhodnoťte a diskutujte dosažené výsledky.

Literatura:

- iMM: <http://www.elkoep.cz/inels-multimedia-5/>
- Další dle specifikace vedoucího a průmyslového zadavatele.

Při obhajobě semestrální části diplomového projektu je požadováno:

- První dva body zadání.

Podrobné závazné pokyny pro vypracování diplomové práce naleznete na adrese

<http://www.fit.vutbr.cz/info/szz/>

Technická zpráva diplomové práce musí obsahovat formulaci cíle, charakteristiku současného stavu, teoretická a odborná východiska řešených problémů a specifikaci etap, které byly vyřešeny v rámci ročníkového a semestrálního projektu (30 až 40% celkového rozsahu technické zprávy).

Student odevzdá v jednom výtisku technickou zprávu a v elektronické podobě zdrojový text technické zprávy, úplnou programovou dokumentaci a zdrojové texty programů. Informace v elektronické podobě budou uloženy na standardním nepřepisovatelném paměťovém médiu (CD-R, DVD-R, apod.), které bude vloženo do písemné zprávy tak, aby nemohlo dojít k jeho ztrátě při běžné manipulaci.

Vedoucí: **Drahanský Martin, doc. Ing., Dipl.-Ing., Ph.D., UITS FIT VUT**

Datum zadání: 19. září 2011

Datum odevzdání: 23. května 2012

**VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ**  
Fakulta informačních technologií  
Ústav inteligentních systémů  
602 00 Brno, Božetechova 2

doc. Dr. Ing. Petr Hanáček  
vedoucí ústavu

## Abstrakt

Tato práce pojednává o řízení inteligentních budov a inteligentní domácnosti. Uvádí možnosti automatizace budov/domácnosti a přechází ke konkrétnímu podsystemu: dveřní hlásce. Popisuje realizaci komunikace mezi dveřní hláskou a místnostmi v domě a mezi jednotlivými místnostmi navzájem.

## Abstract

This thesis is devoted to the control of intelligent buildings and a smart home. It presents the possibilities of building/home automation and changes the subject to a particular subsystem: door speaker. It describes a realization of communication between door speaker and rooms of the home and among rooms as well.

## Klíčová slova

Dveřní hláska, iMM, iNELS, inteligentní budova, inteligentní domácnost, interkom.

## Keywords

Door speaker, iMM, iNELS, intelligent building, smart home, intercom.

## Citace

Filip Kocina: Realizace interkomu dveřní hlásky pro iMM, diplomová práce, Brno, FIT VUT v Brně, 2012.



# Realizace interkomu dveřní hlásky pro iMM

## Prohlášení

Prohlašuji, že jsem tuto diplomovou práci vypracoval samostatně pod vedením pana docenta Drahanského. Uvedl jsem všechny literární prameny a publikace, ze kterých jsem čerpal.

.....

Filip Kocina  
3. května 2012

## Poděkování

Chtěl bych poděkovat panu docentu Drahanskému za obětavou pomoc, cenné připomínky a asistenci při výběru odborné literatury.

© Filip Kocina, 2012.

*Tato práce vznikla jako školní dílo na Vysokém učení technickém v Brně, Fakultě informačních technologií. Práce je chráněna autorským zákonem a její užití bez udělení oprávnění autorem je nezákonné, s výjimkou zákonem definovaných případů.*

# Obsah

<b>1</b>	<b>Úvod</b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>Intelligentní budovy</b>	<b>3</b>
2.1	Vysvětlení pojmu . . . . .	3
2.2	Vývoj inteligentních budov . . . . .	3
2.3	Automatizace budovy . . . . .	5
2.4	Vnímání a ovlivňování prostředí . . . . .	5
2.4.1	Senzory . . . . .	6
2.4.2	Aktuátory . . . . .	7
2.4.3	Kontrolní obvody . . . . .	7
2.5	Typické subsystémy . . . . .	10
2.5.1	Řízení HVAC . . . . .	10
2.5.2	Protipožární ochrana . . . . .	11
2.5.3	Kontrola bezpečnosti a přístupu . . . . .	11
2.5.4	Kontrola osvětlení a napájení . . . . .	11
2.5.5	Další subsystémy . . . . .	12
2.5.6	Získávání elektrické energie . . . . .	13
2.6	Míra inteligence budovy . . . . .	13
2.7	Příklady inteligentních budov . . . . .	14
2.7.1	Century Tower . . . . .	14
2.7.2	Governor Phillip Tower . . . . .	15
2.7.3	Hongkong Telecom Tower . . . . .	15
2.7.4	Rufino Pacific Tower . . . . .	15
<b>3</b>	<b>Intelligentní domácnost</b>	<b>16</b>
3.1	Historie . . . . .	16
3.2	Nedávná minulost a současnost . . . . .	17
3.3	Hierarchie inteligentních domácností . . . . .	17
3.4	Vyvíjení inteligentní domácnosti . . . . .	18
3.4.1	Požadavky od uživatelů . . . . .	18
3.4.2	Standardizace . . . . .	19
3.4.3	Síť bez přídavné kabeláže . . . . .	20
<b>4</b>	<b>Současný stav a návrh řešení</b>	<b>22</b>
4.1	Současný stav . . . . .	22
4.1.1	O společnosti ELKO EP, s. r. o. . . . .	22
4.1.2	Systém iNELS . . . . .	22
4.1.3	Systém iMM . . . . .	22

4.1.4	Dotykový displej . . . . .	22
4.1.5	Stávající subsystémy . . . . .	23
4.2	Formulace cíle práce . . . . .	24
4.3	Návrh řešení . . . . .	25
4.3.1	Use case diagram . . . . .	25
4.4	Specifikace etap . . . . .	27
4.4.1	Seznamování se systémem iMM . . . . .	27
4.4.2	První fáze implementace . . . . .	27
4.4.3	Druhá fáze implementace . . . . .	27
4.4.4	Třetí fáze implementace . . . . .	27
4.4.5	Studium literatury a sepsání teoretické části . . . . .	27
4.4.6	Sepsání praktické části . . . . .	27
<b>5</b>	<b>Implementace</b>	<b>28</b>
5.1	Použitý hardware . . . . .	28
5.1.1	Dveřní komunikátor 2N® Helios IP . . . . .	28
5.1.2	IP kamera Vivotek PZ7132 . . . . .	28
5.1.3	Elektromagnetický zámek BEFO 1221 . . . . .	28
5.1.4	Další zařízení . . . . .	29
5.2	Použité nástroje . . . . .	29
5.3	Detailnější popis funkce . . . . .	29
5.3.1	Zařazení do systému iMM . . . . .	29
5.3.2	Propojení místností s hláskou . . . . .	30
5.3.3	Propojení mezi místnostmi . . . . .	34
5.3.4	Komunikace s přidruženým dotykovým displejem . . . . .	34
5.3.5	Ovládání místnosti dotykovým displejem . . . . .	37
5.4	Instalace komunikačního subsystému . . . . .	37
5.4.1	Instalace na osobním počítači . . . . .	38
5.4.2	Instalace na dotykovém displeji . . . . .	38
<b>6</b>	<b>Závěr</b>	<b>39</b>

# Seznam obrázků a zdrojových kódů

2.1	Vývoj inteligentních budov . . . . .	4
2.2	Kontrolní obvod . . . . .	8
2.3	Charakteristické funkce . . . . .	9
2.4	Typické subsystémy . . . . .	11
2.5	Komunikační systém . . . . .	12
2.6	Century Tower . . . . .	14
3.1	Vývoj inteligentní domácnosti . . . . .	19
3.2	Standardy . . . . .	20
4.1	Řídicí centrum systému . . . . .	23
4.2	Dotykový displej . . . . .	24
4.3	Use case diagram komunikačního systému . . . . .	26
5.1	Přidání ikony do nabídky příkazů . . . . .	29
5.2	Přidání ikon do všech ovládacích panelů . . . . .	30
5.3	Přidání ikon pro přijetí/odmítnutí hovorů . . . . .	31
5.4	Příchozí hovor z hlásky . . . . .	33
5.5	Třída Client . . . . .	35
5.6	Třída TCPHandler . . . . .	36
5.7	Třída Server . . . . .	36
5.8	Obraz z hlásky na dotykovém displeji . . . . .	37

# Kapitola 1

## Úvod

Velice dynamicky se rozvíjejícím odvětvím informačních technologií se v poslední době ukazuje řízení inteligentních budov a domácností. Značný rozmach inteligentních budov je nepřekvapivý, neboť velmi rozsáhlé objekty potřebují automatické řízení a schopnost samostatného fungování. Je naprosto nemyslitelné, aby bylo třeba veškerou údržbu rozsáhlých budov provádět ručně. Byla proto vyvinuta a stále se vyvíjí spousta nástrojů, jež mají údržbu co nejvíce zefektivnit.

U inteligentních domácností se tento trend začíná projevovat zvláště v poslední době. V případě inteligentních domácností totiž není problém provádět údržbu ručně – zvláště v případě malých domácností. Nicméně u větších domů již je zaintegrování určité inteligence do domácnosti jistě na místě.

V diplomové práci se zabývám řízením inteligentní domácnosti, konkrétně komunikačního subsystému. V teoretické části informuji čtenáře o inteligentních budovách a domácnostech, v praktické části se zabývám implementací komunikačního subsystému, jež jsem vytvářel.

## Rozdělení do kapitol

Tato kapitola má za úkol pouze nastínit téma, jemuž se v diplomové práci věnuji. Dále následuje popis témat, jimiž se v jednotlivých kapitolách zabývám.

Ve druhé kapitole popisují inteligentní budovy: vysvětlují, co se pod pojmem inteligentní budova myslí podle různých aspektů, jimiž se můžeme zabývat; jaká filozofie se postupně v inteligentních budovách prosadila, jak je možné řízení inteligentních budov automatizovat, jak je možné vnímat a ovlivňovat vnitřní prostředí budovy pomocí senzorů a aktuátorů, jak se dají inteligentní budovy řídit klasickým i fuzzy regulátorem, uvádím typické subsystémy inteligentních budov, zabývám se mírou inteligence budovy a zmiňuji několik příkladů zajímavých inteligentních budov ve světě.

Ve třetí kapitole přecházím od inteligentních budov k inteligentní domácnosti: uvádím její historii, možné hierarchické členění, způsob vyvíjení inteligentní domácnosti, požadavky od jejích uživatelů, popisují princip standardizace a zmiňuji možnost použití různých typů bezdrátových sítí, když je nežádoucí klást strukturovanou kabeláž.

Ve čtvrté kapitole se zaměřuji na multimediální rozšíření IMM systému iNELS společnosti ELKO EP, s.r.o., pro něž jsem vyvíjel komunikační subsystém. Rozebírám aktuální stav systému (popisují stávající subsystémy), formuluji cíl diplomové práce, navrhuji způsob řešení, včetně podrobnějšího popisu, a uvádím etapy v pořadí, v jakém za sebou probíhaly.

V páté kapitole se zabývám detailnějším popisem implementace. Diskutuji použitý hardware, zmiňuji možnost hardwaru alternativního a uvádím použité nástroje. Hlavně se ale soustřeďuji na komunikační subsystém, jež jsem implementoval – ukazuji způsob začlenění subsystému do systému iMM, popisuji podrobně funkce jednotlivých komponent: spojení místností s hláskou, místností mezi sebou, odemykání elektrického zámku na dálku, komunikaci s dotykovým displejem a ovládání místnosti dotykovým displejem. Na závěr uvádím způsob instalace komunikačního subsystému.

## Návaznost na semestrální projekt

V rámci čtvrtého ročníku studia jsem se seznámil se systémem iMM, vytvořil jsem funkční hlasový komunikační subsystém (včetně odemykání elektrického zámku na dálku), jenž byl prezentován na veletrhu Amper [38] v roce 2011. Po veletrhu jsem doplnil zbývající části komunikačního subsystému: obrazové spojení a ovládání pomocí dotykového displeje.

V rámci semestrálního projektu v zimním semestru pátého ročníku jsem sepsal pojednání o komunikačním podsystému implementovaném pro osobní počítače a uvedl jsem základní teoretická a odborná východiska řešeného problému, formulaci cíle práce a charakteristiku současného stavu.

Diplomová práce těží z práce provedené v rámci semestrálního projektu a navazuje na ni doplněním sepsané teoretické části, rozšířením pojednání o implementaci komunikačního podsystému pro osobní počítače, formulaci cíle práce, charakteristiky současného stavu a návrhu řešení a přidáním pojednání o implementaci komunikačního podsystému pro dotykové displeje a odemykání zámku na dálku.

## Kapitola 2

# Intelligentní budovy

V poslední době se začíná poměrně bouřlivě rozvíjet odvětví, jež se zabývá inteligentními budovami. Jde o multidisciplinární odvětví, jež zahrnuje nejrůznější obory lidské činnosti: ať už je to stavitelství, strojírenství, či v neposlední řadě informatika. Zvláště s překotným rozvojem osobních počítačů, jež se dostávají ke slovu u většiny lidské populace, a rozvojem Internetu se zdá být na místě co nejvíce automatizovat synergii člověka s počítačem.

### 2.1 Vysvětlení pojmu

Pod pojmem inteligentní budova si každý člověk nejspíše představí něco mírně odlišného. Je proto obtížné přesně definovat, co výraz inteligentní budova znamená. Podle [41] lze definici rozdělit podle úhlu pohledu, z něž se díváme na činnost inteligentní budovy:

1. Podle výkonu – jde o posouzení inteligentní budovy podle míry efektivního využití dostupných prostředků, jak moc dosahuje nízké spotřeby (elektrické energie, plynu, vody, ...) a stupně komfortu uživatele.
2. Podle poskytovaných služeb – podle stupně jednoduchosti interakce člověka s budovou, zaměřuje se hlavně na splnění požadavků uživatele; lze sem zařadit co největší zjednodušení ovládání budovy: jednoduché spouštění filmů (např. z centrálního datového úložiště), přístup k Internetu, ovládání osvětlení, žaluzií, ...
3. Podle obsažených subsystémů – popisuje, jaké technologie by inteligentní budova měla obsahovat: někteří vývojáři označují budovy štítkem 3A – automatizace budovy, automatizace komunikace a automatizace kanceláře.

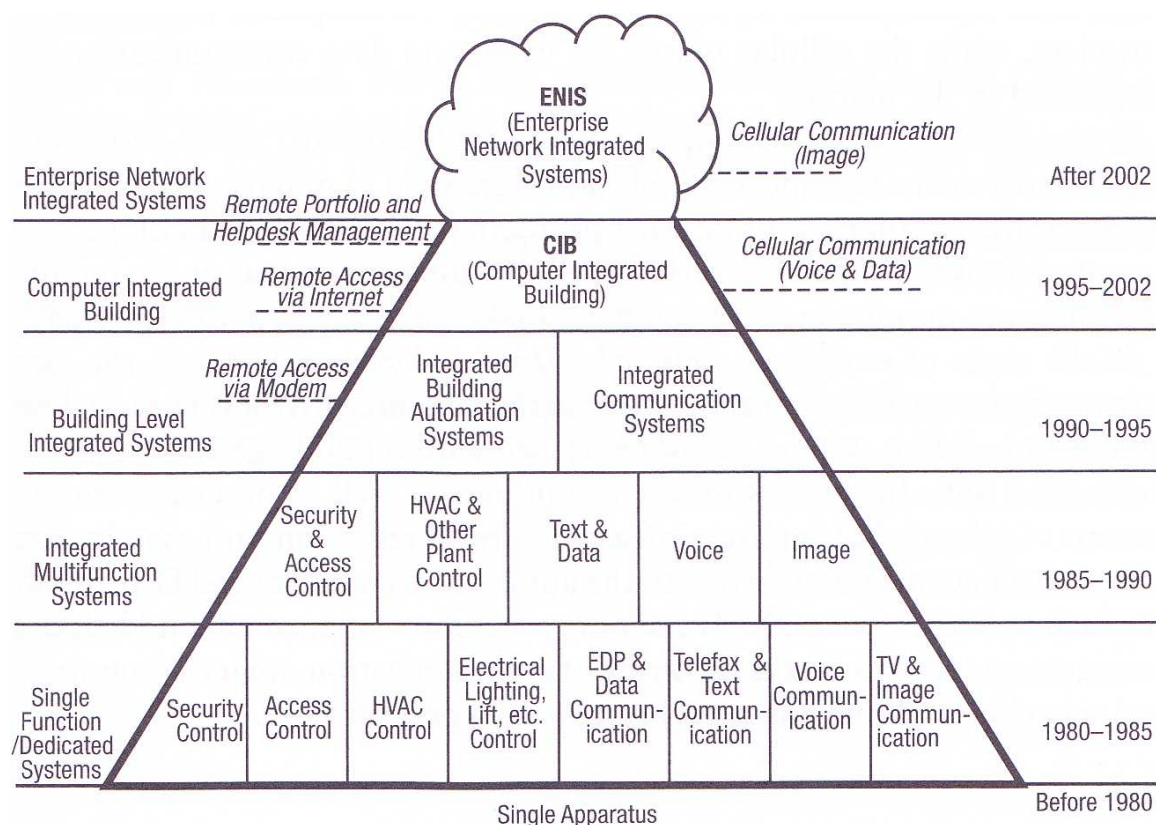
První a třetí úhel pohledu lze chápat jako převážně hardwarový, kde první se zabývá hlavně efektivitou využití, zatímco třetí bere v potaz hlavně míru propojenosti. Druhý úhel pohledu uvádí převážně softwarovou stránku věci.

### 2.2 Vývoj inteligentních budov

Jako v každém jiném odvětví, probíhal i ve stavbě inteligentních budov postupný vývoj. Některé metody zastaraly, jiné se osvědčily a spousta nových metod vznikla, zvláště s vývojem počítačů a pronikáním Internetu do života stále většího počtu lidí. Podle Shengweie Wanga [41] lze vývoj rozdělit do pěti fází, jež následují po době, v níž se automatizace dosahovalo pouze v rámci jednotlivých zařízení:

1. Propojené jednoúčelové systémy (1980–1985) – jednotlivé subsystémy pracovaly nezávisle: spolupráce či komunikace mezi nimi nebyla realizována.
2. Propojené víceúčelové systémy (1985–1990) – byla zavedena kooperace mezi subsystémy, sjednotily se sítě pro komunikaci stejného druhu (textová, datová, ...), stále však nebyla propojena automatizace budovy s komunikací.
3. Propojené systémy na úrovni budov (1990–1995) – propojila se automatizace s komunikačními sítěmi, dále byla zavedena vzdálená správa pomocí telefonní sítě (přes modem).
4. Počítačem propojené budovy (1995–2002) – se síťovým rozvojem (levnějšími síťovými komponentami) došlo k propojení všech subsystémů pomocí počítačových sítí v rámci jedné budovy, dále byla umožněna správa přes Internet, jenž se stal důležitou součástí.
5. Propojené systémy podnikových sítí (2002–nyní) – poslední etapa se již neomezuje pouze na jednu budovu, ale umožňuje propojení více budov: na úrovni podniků nebo třeba i měst.

Celý vývoj názorně ilustruje obrázek 2.1.



Obrázek 2.1: Vývoj inteligentních budov [41].



## 2.3 Automatizace budovy

Stěžejním úkolem inteligentních budov je maximálně automatizovat veškeré činnosti v budovách. Je pochopitelné, že pokud by inteligentní budovy nepřinášely žádný užitek, byly by zbytečné. V drtivé většině případů bývají inteligentní budovy dražší než obyčejné budovy, zvýšenou investici by však měly nahradit úspory při údržbě, efektivnější používání atp.

Shengwei Wang [41] uvádí následující typické funkce inteligentní budovy:

- Správa propojení a řízení jednotlivých zařízení – inteligentní budova se stará o propojení jednotlivých (mnohdy analogových) zařízení. Dále má na starosti řízení těchto zařízení: příkladem může být PID regulátor či fuzzy kontrolér (vedené dále).
- Správa energie – jak již bylo zmíněno výše, inteligentní budova by se měla snažit o maximální úsporu spotřebované energie. Může např. vypínat právě nepoužívaná zařízení, jež mohou i ve standby módu<sup>1</sup> spotřebovávat nezanedbatelné množství elektrické energie.<sup>2</sup> Také by neměla inteligentní budova zbytečně topit či klimatizovat (více viz 2.5.1), když není právě obývána.
- Správa bezpečnosti – inteligentní budova by měla být schopna detekovat přítomnost požáru, spustit poplach, automaticky uzavřít požární dveře, případně jinak zabránit rozšíření požáru.
- Zpracování informací – jde o zpracování informací ohledně ceny a šetření energie a porovnání úspory vzhledem k pořizovací ceně budovy.
- Správa prostředků – inteligentní budovy zpravidla umožňují centralizovaný pohled na všechny prostředky, jimiž inteligentní budova disponuje. Tento pohled může být zajištěn např. přes webové rozhraní.
- Monitorování výkonu a diagnóza – též je značně výhodné automaticky detekovat poruchy a lokalizovat jejich příčiny – tím je též významně snížen čas, jenž musí být vynaložen pro odstranění vzniklých poruch.
- Údržba zařízení – životnost zařízení velmi ovlivňuje, zda se provádí jejich údržba a dodržují se správné zásady práce s nimi. Tato funkce šetří nejen čas, nýbrž i peníze.

## 2.4 Vnímání a ovlivňování prostředí

Pro inteligentní chování budovy je důležité, aby inteligentní budova snímala/měřila hodnoty z vnitřního i vnějšího prostředí: k tomuto úkolu slouží senzory. Následně by pak měla mít možnost nějakým způsobem na změny (příp. i nezměny) zareagovat: tuto práci zajišťují aktuátory.

---

<sup>1</sup>režimu, ve kterém nevykonávají žádnou užitečnou práci.

<sup>2</sup>Typický počítač či přehrávač mají ve standby módu příkon 10–20 W, typická tiskárna má 5–12 W a např. reproduktory 4–8 W.

### 2.4.1 Senzory

Senzory slouží pro snímání/měření hodnot z okolního prostředí. Bez možnosti zjištění stavu okolí by bylo nemožné zajistit inteligentní chování v návaznosti na potřeby uživatelů. Jde např. o zjištění venkovní teploty pro posouzení, zda lze vyšší teplotu (naměřenou opět nějakým senzorem) v budově zchladit venkovní teplotou (zda není venkovní teplota vyšší). Vnitřní teplota se měří pro kontrolu chlazení a topení. Také se může měřit, zda slunce svítí přes okna do místnosti, a zareagovat na tuto situaci třeba stažením žaluzií a následným rozsvícením.

#### Dělení senzorů

Senzory lze dělit podle různých hledisek. Můžeme je například rozdělit na dvě skupiny podle potřeby zdroje elektrické energie [41]:

- aktivní – zesilují vstupní signál, jenž má typicky velmi malý výkon, který by se při přenosu na větší vzdálenost ztratil v šumu, potřebují přívod elektrické energie, např. bezdrátové (inteligentní) senzory;
- pasivní – nezesilují vstupní signál, nepotřebují přívod elektrické energie, je potřeba jejich výstup zpracovat co nejbližší k snímacímu prvku, aby naměřená data nebyla zašuměná, příkladem může být klasický analogový mikrofon, připojitelný přímo do zvukové karty osobního počítače.

Také je můžeme dělit na základě vstupní veličiny [8]:

- geometrické veličiny (např. měření nadmořské výšky, vzdálenosti k objektu);
- mechanické veličiny (např. zjištění hmotnosti, objemu);
- teplotní veličiny (měřené třeba i termokamerou);
- elektrické a magnetické veličiny (elektrického napětí, proudu, apod.);
- intenzita vyzařování (světelné záření, ...);
- chemické veličiny (např. detekce přítomnosti plynů);
- biologické veličiny (např. analýza DNA).

#### Inteligentní senzory

Zvláštní skupinu senzorů tvoří tzv. inteligentní senzory. Jde o senzory, které kromě prvku pro snímání požadované veličiny obsahují také elektroniku, jež signál zpracuje a předá dále, v drtivé většině případů v digitální podobě. Tato elektronika je většinou tvořena mikrokontrolérem (MCU), procesorem pro zpracování digitálních signálů (DSP) a aplikačně specifickým integrovaným obvodem (ASIC), jak uvádí [17].

Inteligentní senzory jsou propojeny nejrůznějšími sběrnici: od RS232, ethernetové kabeláže, až např. po optická vlákna. Dále je pak možné (a v historických budovách, kde je obtížnější prosekávání stěn, obzvláště žádoucí) propojit senzory bezdrátově: uplatnění nacházejí hlavně energeticky méně náročné sítě, než je Wi-Fi<sup>3</sup>: např. *ZigBee*. Více viz [33].

---

<sup>3</sup>Bezdrátové senzory jsou zpravidla vybaveny velice omezeným zdrojem elektrické energie.

Zdrojový a cílový uzel, jež spolu chtějí komunikovat, nemusejí být v přímém dosahu: z důvodu šetření omezené dostupné elektrické energie je komunikace často distribuována mezi jednotlivé uzly [27] (není třeba příliš vysoký vysílací výkon). Zvláště kritická vzhledem k energetickým zdrojům je komunikace „inteligentního prachu“ („smart dust“) [26].

Inteligentní senzory nacházejí uplatnění v nejrůznějších oborech, nejen pro automatizaci budov, jak uvádí [2]: ve vojenství (příkazové, kontrolní, komunikační, naváděcí, ...), pro sledování životního prostředí (znečištění ovzduší, vody, ...) aj.

### 2.4.2 Aktuátory

Aktuátory, často též nazývané efektory, jsou aktivní prvky, jež bezprostředně ovlivňují prostředí. Jde o provádění nejrůznějších akcí: stahování/vytahování žaluzií, topení, chlazení, odvlhčování, ... Aktuátory nejčastěji pracují na základě vyhodnocení spouštěcí události zachycené senzory – je-li chladno v místnosti, zapne se topení atp.

### Dělení aktuátorů

Existují dvě hlavní kategorie aktuátorů:

1. softwarové – jde o virtuální aktuátory, jež bychom jinak mohli nazvat agenti<sup>4</sup> – provádějí zprostředkovatelskou službu (např. server pro zaslání textové zprávy na mobil);
2. hardwarové – sem patří výše zmiňované typy aktuátorů, jedná se o prvky poháněné nejčastěji elektromotory.

### 2.4.3 Kontrolní obvody

Senzory a aktuátory jsou zpravidla zapojovány do kontrolních obvodů. Tyto obvody se skládají z prostředí, jež má být ovlivňováno, z aktuátorů, které mají prostředí ovlivňovat, senzorů, jež mají měřit účinek aktuátorů v prostředí, a kontroléru, který řídí celý proces. Kontrolér dostává zpětnou vazbu od senzorů, jak bylo prostředí ovlivněno, a na základě této informace řídí, co se má provést. Celý tento proces názorně ilustruje obrázek 2.2 (vytvořen na základě obrázku z [41]).

Obrázek ilustruje tzv. uzavřený kontrolní obvod, kde kontrolér reaguje na účinnost provedených akcí pomocí zpětné vazby (vede přes senzory). Dále existují otevřené kontrolní obvody, kde se nehledí na účinek provedených akcí, ale je předpokládáno, že daná akce bude mít daný efekt (což pochopitelně nemůže obecně postihnout jakoukoliv situaci). Otevřené kontrolní obvody se proto často doplňují informací z prostředí o rušivých vlivech, majících podíl na změně výsledného účinku prováděných akcí. Pro více informací viz [41].

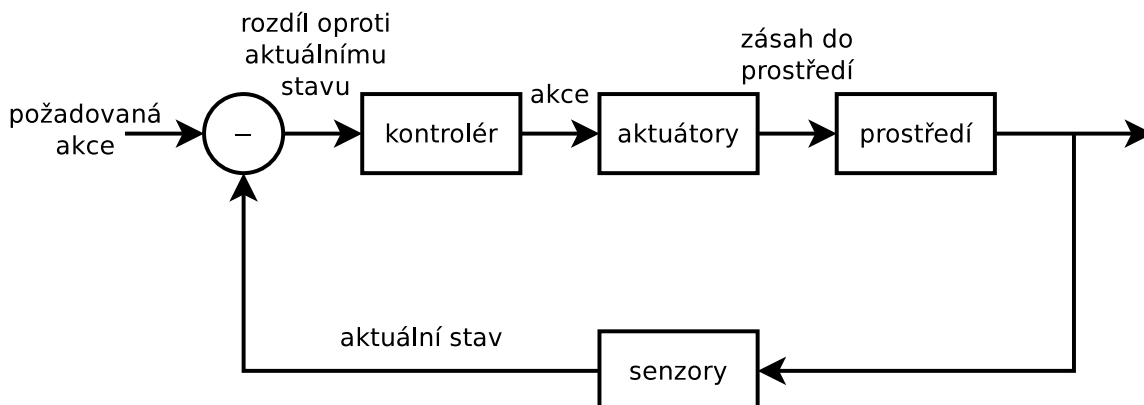
### Složení kontroléru

Kontroléry bývají nejrůznějších typů, nicméně následující dva typy se používají nejčastěji:

- PID regulátor – obsahuje proporcionální, integrační a derivační část. Proporcionální část zajišťuje zesílení/zeslabení vstupního signálu, integrační část vyhlazuje průběh

---

<sup>4</sup>V tomto textu je používán životný tvar slova agent, neboť nejpřirozenějším skloňováním se jeví skloňování podle vzoru pán. Softwaroví agenti jsou neživí, proto se někteří autoři kloní k používání neživotného tvaru „agenty“.



Obrázek 2.2: Kontrolní obvod.

výstupního signálu a derivační část reflektuje rychlé změny. Výstupní signál bývá dán výrazem 2.1<sup>5</sup> (více viz [41]).

$$u(t) = K_p \left[ e(t) + \frac{1}{T_i} \int e(t) dt + T_d \frac{de}{dt} \right] \quad (2.1)$$

- Fuzzy regulátor – ne vždy je vhodné použít kontrolér, jenž je přesně definován. Podle [30] lze jen obtížně vytvořit přesný kontrolér pro nestacionární či nelineární systém. Pokud by se takový kontrolér podařilo přesto vytvořit, byl by tak značně složitý, že by mohl být poměrně nespolehlivý. Proto je třeba najít rozumnější cestu. Jako vhodný se jeví kontrolér založený na fuzzy logice: fuzzy regulátor.

## Fuzzy regulátor

Fuzzy regulátor používá pro svou funkci fuzzy logiku, jež je postavena na teorii fuzzy množin.

Fuzzy množinou rozumíme množinu, jejíž charakteristická funkce (funkce příslušnosti) může nabývat jakékoliv hodnoty z intervalu  $[0, 1]$ . Na rozdíl od klasických množin, jejichž charakteristická funkce nabývá pouze hodnot 1 (prvek do dané množiny patří) nebo 0 (prvek do dané množiny nepatří), umožňují fuzzy množiny definovat míru příslušnosti.

Rozdíl mezi klasickými množinami a fuzzy množinami lze pěkně ilustrovat na určení teploty v místnosti (pro účely vytápění/chlazení). Z teplotních senzorů dostaneme teplotu (např. ve stupních Celsia), z níž máme určit, zda je v místnosti zima, normální teplota, či příliš teplo. Kdybychom použili klasické množiny, bylo by obtížné stanovit, při kolika stupních je ještě zima a kdy je již v místnosti normální teplota; navíc by byl v reálném prostředí problém s ostrým přechodem mezi těmito dvěma stavy.

Naopak při použití fuzzy množin nemáme zásadní problém: zimou označíme (charakteristická funkce pro zimu bude nabývat hodnoty 1) např. teplotu do  $17^\circ\text{C}$ , normální teplotou označíme např. teplotu od  $20$  do  $23^\circ\text{C}$  a příliš teplem označíme teplotu od  $26^\circ\text{C}$ . Přechod mezi jednotlivými lingvistickými hodnotami (hodnoty fuzzy množiny – v našem případě zima, normální teplota a příliš teplo) bude lineární: pro teplotu  $t \leq 17^\circ\text{C}$  bude  $\chi_{NT}(t) = 0$ <sup>6</sup> a pro  $17 < t < 20$  bude  $\chi_{NT}(t) = \frac{t-17}{3}$ .

<sup>5</sup> $K_p$  je proporční konstanta,  $T_i$  je integrační konstanta,  $T_d$  je derivační konstanta,  $e(t)$  je vstupní signál a  $u(t)$  je výstupní signál.

<sup>6</sup> $\chi_{NT}$  je charakteristická funkce pro normální teplotu.

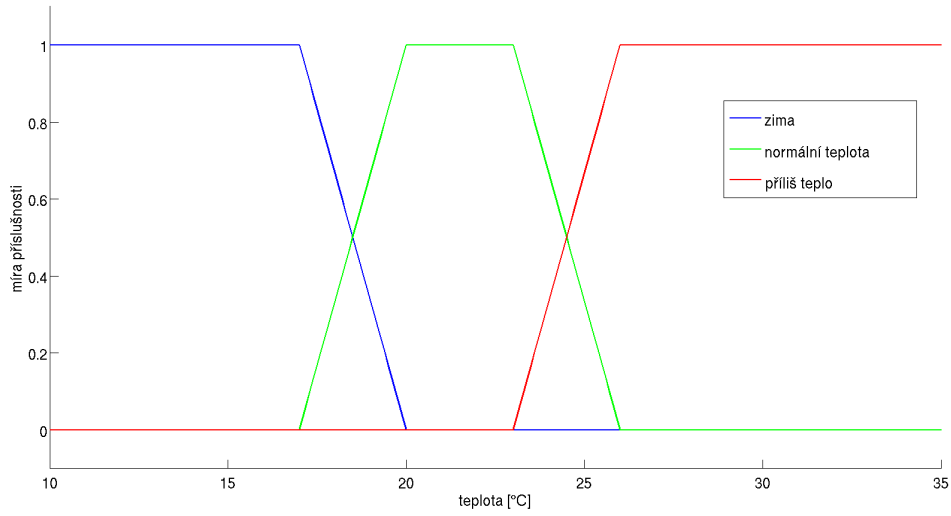
Sestavíme tedy nyní všechny tři charakteristické funkce:

$$\chi_Z(t) = \min\left(1, \max\left(0, \frac{20-t}{3}\right)\right) \quad (2.2)$$

$$\chi_{NT}(t) = \max\left(0, \min\left(1, \frac{t-17}{3}, \frac{26-t}{3}\right)\right) \quad (2.3)$$

$$\chi_{PT}(t) = \min\left(1, \max\left(0, \frac{t-23}{3}\right)\right) \quad (2.4)$$

Obrázek 2.3 znázorňuje graficky všechny tři charakteristické funkce.



Obrázek 2.3: Charakteristické funkce.

Nad fuzzy množinami jsou definovány podobné operace jako u klasických množin, navíc pouze přibývá práce s charakteristickou funkcí neboli stupněm příslušnosti<sup>7</sup>:

- průnik – nejčastěji jako  $A \cap B = \{x / \chi_{A \cap B}(x) \mid \chi_{A \cap B} = \min(\chi_A(x), \chi_B(x))\}$ ;
- sjednocení – zpravidla jako  $A \cup B = \{x / \chi_{A \cup B}(x) \mid \chi_{A \cup B} = \max(\chi_A(x), \chi_B(x))\}$ ;
- doplněk – převážně jako  $A' = \{x / \chi_{A'}(x) \mid \chi_{A'} = 1 - \chi_A(x)\}$ .

Tyto operace všechny zachovávají (stejně jako u klasických množin, převzato z [28]) komutativitu ( $A \cup B = B \cup A$ ), asociativitu ( $(A \cup B) \cup C = A \cup (B \cup C)$ ), distributivitu ( $A \cup (B \cap C) = (A \cup B) \cap (A \cup C)$ ), De Morganovy zákony ( $(A \cup B)' = A' \cap B'$ ), zákon dvojího doplňku ( $(A')' = A$ ), idempotenci ( $A \cup A = A$ ) a identitu ( $A \cup \Phi = A$ ). Na rozdíl od klasických množin však nezachovávají zákon protikladu ( $A \cup A' \neq U$ ) a vyloučení třetího ( $A \cap A' \neq \Phi$ ).

Dále jsou definovány kartézský součin a relace, jejich definice však není pro další výklad důležitá. Stejně tak nejsou nyní potřeba ani fuzzy množinami přidané operace koncentrace, dilatace a normalizace.

<sup>7</sup>Fuzzy množiny se často zapisují charakteristickou vlastností, tzn. jako dvojice prvek a stupeň příslušnosti oddělené lomítkem.

Nyní již je nasnadě vytvořit z fuzzy množin fuzzy logiku. Konjunkci fuzzy výroků představuje průnik fuzzy množin ( $\varphi \wedge \psi \sim A_\varphi \cap A_\psi$ ), disjunkci fuzzy výroků odpovídá sjednocení fuzzy množin ( $\varphi \vee \psi \sim A_\varphi \cup A_\psi$ ) a negaci fuzzy výroku tvoří doplněk fuzzy množiny ( $\neg\varphi \sim A'_\varphi$ ).

Konečně fuzzy regulátor se vytvoří implementací fuzzifikace, fuzzy inference a defuzzifikace. Fuzzifikace znamená převedení přesné hodnoty na míry příslušnosti k jednotlivým fuzzy množinám (lingvistickým termům):

$$\chi_Z(18,5) = 0,5; \quad \chi_{NT}(18,5) = 0,5; \quad \chi_{PT}(18,5) = 0.$$

Fuzzy inference využívá fuzzy pravidel, jež musí analytik navrhnout, aby systém správně fungoval. Tato pravidla jsou ve formě implikace: pokud platí fuzzy výrok, provede se akce. Fuzzy inference vyhodnotí každý fuzzy výrok a získá pro něj míru příslušnosti provedení akce jako fuzzy množinu a nakonec provede sjednocení všech takto vzniklých fuzzy množin. Předpokládejme tedy následující triviální inferenční pravidla:

1. Pokud je v místnosti zima, zatop.
2. Pokud je v místnosti normální teplota, udržuj ji.
3. Pokud je v místnosti příliš teplo, ochlazuj.

Při teplotě 18,5 °C se tedy uplatní první i druhé pravidlo s mírou příslušnosti rovnou 0,5. Míra příslušnost třetího pravidla bude nulová. Pomocí defuzzifikace se ze sjednocení jednotlivých fuzzy pravidel (ve formě fuzzy množin) získá přesná hodnota (např. pomocí těžiště singletonů nebo těžiště plochy, více viz [28]), která může v našem případě např. udávat stupeň vytápění.

Pro více informací ohledně fuzzy množin a fuzzy logiky se čtenáři doporučuje článek zakladatele fuzzy množin [42].

## 2.5 Typické subsystémy

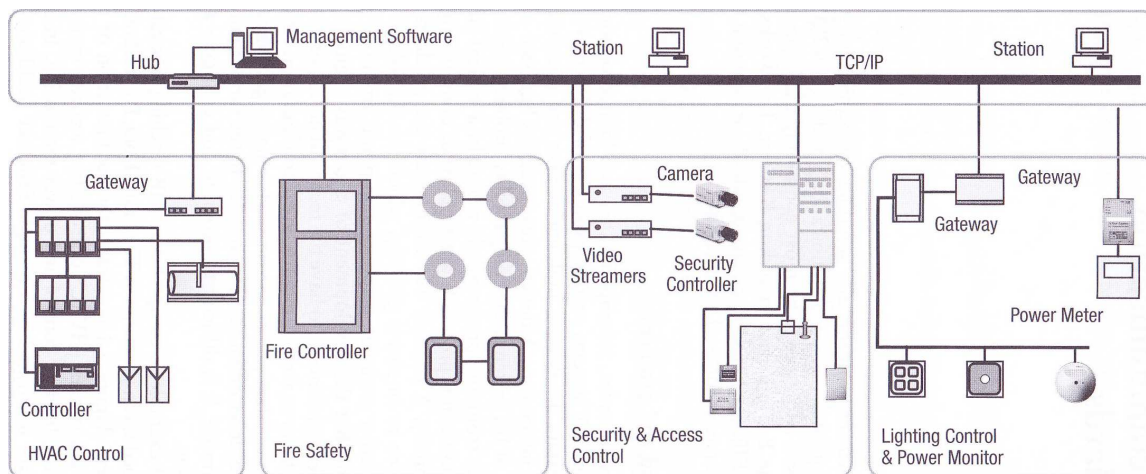
Shengwei Wang [41] vyjmenovává čtyři hlavní podsystémy:

- řízení HVAC (Heating, Ventilating and Air Conditioning [9]);
- protipožární ochrana;
- kontrola bezpečnosti a přístupu;
- kontrola osvětlení a napájení.

Tyto subsystémy jsou názorně shrnuty na obrázku 2.4. Tato podkapitola je volně převzata z knihy *Intelligent Buildings and Building Automation* [41].

### 2.5.1 Řízení HVAC

HVAC je zkratka pro Heating, Ventilating and Air Conditioning [9], tedy vytápění, větrání a klimatizaci. Tento subsystém zajišťuje, aby se v budově topilo právě tehdy, když je to potřeba (nemusí se např. tolik topit, když je budova zrovna opuštěna). Dále zajišťuje dostatečný přísun vzduchu, což ve větších budovách je obzvláště třeba. Důležitou roli také hraje klimatizace, jež by měla zajistit rozumnou teplotu v létě, přiměřenou vlhkost vzduchu, příp. může také obohacovat vzduch o záporné ionty nebo čistit vzduch.



Obrázek 2.4: Typické subsystémy [41].

### 2.5.2 Protipožární ochrana

Protipožární ochrana zajišťuje kontrolu prostoru v budově před požárem, příp. pomocí požárního alarmu informuje osoby v budově, aby ji vyklidily, volá bezpečnostní složky atp. Požár se může detekovat více způsoby: pomocí kontroly teploty, detekce přítomnosti kouře či plamene nebo může být také nahlášen manuálně.

### 2.5.3 Kontrola bezpečnosti a přístupu

Tento podsystém zajišťuje bezpečnost objektu, aby do něj někdo nepovoláný nevstoupil. Kontrola bezpečnosti často spoléhá na systém CCTV (Closed-Circuit Television [9]) – kamerový systém uvnitř budovy, pomocí něhož kontroluje bezpečnostní služba celý objekt. Někdy bývá doplněn i maketami kamer, jež mají odstrašující charakter – v případě omezenějšího zdroje financí. Kamery též mohou posloužit k detekci a lokalizaci požáru.

Přístupové systémy mohou využívat klíčů (starší metoda), přístupové PINy (Personal Identification Number [9]), přístupové karty/čipy či nejnověji biometrii (přístup na základě oční duhovky, sítnice, otisku prstu, termosnímku obličeje, 3D obličeje, žil hřbetu/dlaně ruky, statického/dynamického podpisu apod.). Je žádoucí zmíněné technologie kombinovat pro zvýšení bezpečnosti.<sup>8</sup>

### 2.5.4 Kontrola osvětlení a napájení

Tímto podsystémem je možné řídit intenzitu osvětlení (např. ztlumit při sledování filmu), zapínat a vypínat světla, simulovat přítomnost osob v budově rozsvěcováním a zhasínáním světél, odpojovat neběžící zařízení od elektřiny pro úsporu energie atp. Pro ztlumení se klasicky používají nejrůznější dimmery: dřívější rezistorové (plýtvaly energií – jednoduše přebytečnou energii vyzářily teplem) nahradily tyristory, tranzistory a jiné aktivní prvky, jež šetří energií.

<sup>8</sup>Z klíče lze ve chvílce nepozornosti získat otisk do modelovací plastelíny, PIN lze vysledovat (klidně i pomocí prášku pro zjištění stisknutých kláves) nebo vyzvědět phishingem (předstíráním důvěryhodnosti [9]), kartu lze ukrást a biometrii získat či obnovit (nepozorované vyfocení duhovky, latentní otisky, ...).

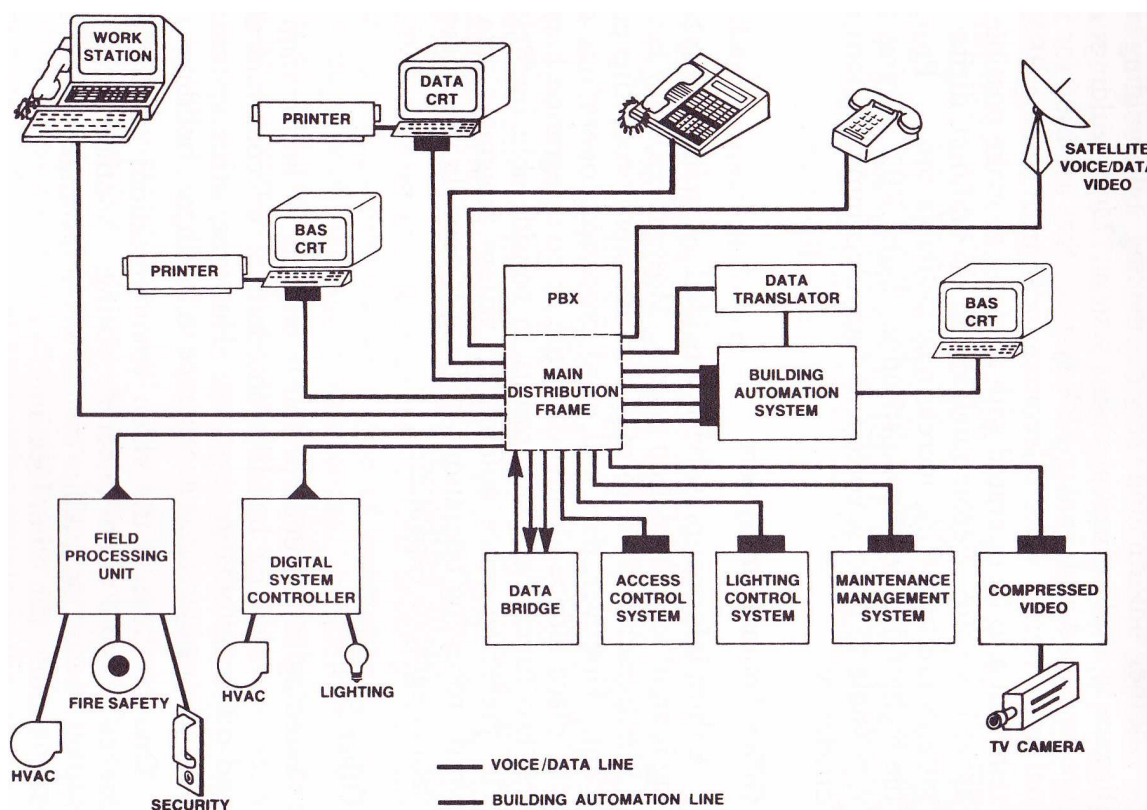


Výše zmíněná simulace prezence osob se často využívá v inteligentních domácnostech (viz kapitola 3) při delší nepřítomnosti uživatelů, pro odrazení „příležitostných“ zlodějů. Pro simulaci se může použít nahraný vzorek typického chování uživatelů.

### 2.5.5 Další subsystémy

Shengwei Wang opominul velice důležitý subsystém, bez něž je pohyb ve velkých budovách, jimiž inteligentní budovy převážně jsou, nemyslitelný: výtahový subsystém. Tento subsystém umožňuje rychlý přístup i na někdy velmi vzdálená místa v budově. Může kontrolovat, kam má jaká osoba oprávnění vstoupit, může tedy spolupracovat s přístupovým subsystémem.

Další subsystém, který Shengwei Wang opomněl a často bývá integrován, je komunikační subsystém. Jedná se o propojení jednotlivých míst budovy pomocí nejrůznějších telefonů, interkomů a jiných pro to určených komunikátorů. Dále bývá nezřídka tento systém propojen s vnějším světem (telefony) pomocí tzv. PBX (Private Branch eXchange, viz [9]) ústředny. Propojení názorně vystihuje obrázek 2.5.



Obrázek 2.5: Komunikační systém [3].

Subsystém, jež by bylo možno též zařadit, je subsystém starající se o výrobu elektrické energie, jenž může být přidán, pokud se nehledí jen na počáteční náklady, ale i návratnost investice (o níž v případě inteligentních budov jde). Řízení inteligentních budov typicky spotřebovává nemalou dávku elektřiny, a proto čím víc lze ušetřit na nákladech za dodávanou elektřinu, tím lépe. V další podkapitole bude rozebráno několik možných zdrojů elektrické energie.



### 2.5.6 Získávání elektrické energie

Protože cena elektrické energie neustále vzrůstá, stejně jako poptávka po ní, je nasnadě vyrábět elektrickou energii pro vlastní potřebu ve vlastní režii. Nabízí se několik ekologických možností, jež budou dále probírány. Pro více informací viz [6].

#### Solární energie

Solární energie se v poslední době začíná stále více využívat. Umožňuje získávat elektrickou energii po celý rok, i když většinou nedosáhne maximálního výkonu. Pořizovací náklady jsou bohužel značné, ačkoliv návratnost investice se běžně udává do desíti let. Cenu také zvýší přikoupení akumulátorů, uchovávajících elektrickou energii při menší spotřebě a poskytujících elektřinu při spotřebě vyšší. Proto se někdy používají solární články pouze pro ohřev vody (v [6] je uvedeno, že pro získání přibližně 60 litrů teplé vody stačí 1 m<sup>2</sup> solárního panelu).

Existují tři typy solárních článků, jež se liší účinností [6]: monokrystalické křemíkové (13–17 %), polykrystalické křemíkové (12–15 %) a tenkovrstvé křemíkové (5–10 %). Podle [6] je životnost solárních panelů přibližně 30 let, nicméně je otázkou, zda tak dlouho jsou schopné vydržet i přidružené akumulátory (většinou mají životnost podstatně kratší).

#### Palivové články

Podle [6] využívají palivové články pro svůj chod vodík a kyslík ze vzduchu a pomocí elektrochemického procesu vytvářejí elektrickou energii. Bohužel pořizovací náklady jsou opět značně vysoké. Přesto by tato technologie mohla v budoucnosti nahradit nejrůznější generátory (pracující v drtivé většině případů na benzin či naftu), jež v dnešní době mají nejčastěji úlohu tvorby záložní energie při výpadku energetického systému.

#### Větrná energie

Na místech, jež jsou dostatečně větrná, lze využít potenciálu větrné energie. Podle [6] by rychlost větru měla být měřena v jednotlivých ročních obdobích.

## 2.6 Míra inteligence budovy

V případě inteligentních budov je někdy potřeba určit, nakolik je daná budova inteligentní. Bernaden Neubauer [3] navrhuje následující úrovně:

- Úroveň 0** Obsahuje kontrolní systém pro správu energie a výtahů. Tento kontrolní systém není tvořen počítači. Může obsahovat také bezpečnostní systém. Tato úroveň je uvedena jako nultá, protože nevyhovuje definici inteligentní budovy, dala by se tedy brát jako budova s nulovou (žádnou) inteligencí.
- Úroveň 1** Kontrolní systém je tvořen počítači; zahrnuje HVAC (viz výše), výtahový a bezpečnostní subsystém.
- Úroveň 2** Přidává k předchozí úrovni konferenční místnost(i), kopírovací prostředky a dále pak místa pro zpracování textu.
- Úroveň 3** Umožňuje navíc využívat telekomunikační služby – i na větší vzdálenost.

**Úroveň 4** Rozšiřuje předchozí úroveň o propracovanější automatizaci, možnost videokonferencí a rychlých datových/hlasových přenosů.

## 2.7 Příklady inteligentních budov

Nyní je uvedeno pár příkladů inteligentních budov, jež aplikují nějaký zajímavý přístup. Jedná se o informace získané z [25].

### 2.7.1 Century Tower

Century Tower, postavený v Tokiu v roce 1991, sestává z 21 pater, průměrná rozloha každého patra je zhruba 1 398 m<sup>2</sup>. Zajímavý je tím, že pohybové senzory, zajišťující prostor, se aktivují vypnutím světel. Vzhled budovy můžete vidět na obrázku 2.6.



Obrázek 2.6: Century Tower [16].

### **2.7.2 Governor Phillip Tower**

Tato budova byla postavena roku 1993. Obsahuje 64 pater, z nichž každé zabírá přibližně 1 810 m<sup>2</sup>. Zajímavá je tím, že při požáru automaticky zalarmuje příslušný hasičský záchranný sbor.

### **2.7.3 Hongkong Telecom Tower**

Budova Hongkong Telecom Tower, postavená v Hong Kongu, byla dostavěna roku 1995. Skládá se ze 42 pater o průměrné rozloze každého patra zhruba 1 503 m<sup>2</sup>. Zajímavostí je možnost ovládání budovy uživatelem pomocí telefonu, nechybí ani přímé napojení požárního subsystému na hasičský záchranný systém.

### **2.7.4 Rufino Pacific Tower**

Stavba této budovy, postavené v Manile, byla dokončena v roce 1993. Obsahuje 41 pater, jejichž průměrná rozloha činí přibližně 947 m<sup>2</sup>. Zajímavá je tím, že umožňuje obyvatelům nastavovat teplotu ručně termostaty.

## Kapitola 3

# Intelligentní domácnost

Nyní přejdeme od inteligentních budov k inteligentní domácnosti. Singulár je použit pro výraznější oddělení inteligentních budov od inteligentní domácnosti z toho pohledu, že inteligentní budovy mohou být (a často i bývají) propojeny mezi sebou a tvořit následně větší komplex budov, zatímco inteligentní domácnosti se zpravidla nepropojují.<sup>1</sup> Pochopitelně to není zaviněno technologickou nemožností, nýbrž tím, že by uživatelé nebyli moc nadšeni, kdyby sdíleli své bydlení s někým dalším.

### 3.1 Historie

Podle [24] lze vymezit šest etap pronikání rozličných technologií do domácností před nástupem epochy inteligentních domácností:

- 1915–1919 – V této době vznikaly první elektrické vysavače, šicí stroje a jiné elektrické přístroje usnadňující život. Tento pokrok se dá považovat za první krůček k inteligentní domácnosti. Bohužel vzhledem k tomu, že elektřina nebyla v této době ještě rozšířena do většiny domácností, byly tyto přístroje vymožeností pouze menšiny „šťastlivců“.
- 1920–1939 – Během tohoto období bylo ve Velké Británii „elektrifikováno“ přibližně 65 % domácností. Elektřina se nicméně používala většinou pouze pro osvětlení.
- 1940–1945 – V průběhu druhé světové války začaly ženy pracovat na pracovních pozicích, jež byly uvolněny odcházejícími muži (kteří byli nasazováni ve válce) – změnila se jejich tehdejší role ženy v domácnosti.
- 1946–1959 – Po druhé světové válce se mnoho žen vrátilo do domácností. V domácnostech si začínaly nacházet místo další elektrické přístroje: ledničky, trouby, kuchyňské sporáky, ... Také se začaly hodně prosazovat televize.
- 1960–1979 – V tomto období se objevilo nespočet dalších elektrických přístrojů: myčky, žehličky, rychlovarné konvice apod. Běžným se stalo centrální vytápění a termostaty.

---

<sup>1</sup>Mohou být ale propojeny s Internetem, aby bylo umožněno ovládání na vzdálenost klidně i 100 km. Nicméně toto propojení neznamená, že by někdo mohl ovládat více nezávislých domácností.

- 1980–2000 – Tuto dobu nejvíce ovlivnil vznik prvního osobního počítače a nástup Internetu. V této době už byl k dispozici dostatek technologie pro vytvoření inteligentní domácnosti.

## 3.2 Nedávná minulost a současnost

Z předchozí podkapitoly lze vyčíst, že snaha o zefektivnění domácích prací provází lidstvo již přinejmenším století. V domácnostech se zabydlela nejrůznější elektronická zařízení, běžně používáme počítače, mobily, běžně přistupujeme k Internetu. Většina lidí nejspíše bude souhlasit, že za posledních sto let proběhl značně převratný vývoj. Nicméně většina těchto elektronických zařízení stále pracuje individuálně – nejsou příliš schopna komunikovat mezi sebou. Stále se zdá, že zcela inteligentní domácnosti zatím nejsou příliš rozšířeny. Má to celou řadu důvodů, jak uvádí [19]:

- Vysoké pořizovací náklady – asi nejčastější důvod, přidaná inteligence stojí nemalou částku a stavbu tak, z pohledu některých lidí zbytečně, prodražuje. Vyšší pořizovací náklady se vrací až za poměrně dlouhou dobu (např. ušetřením za elektrickou energii<sup>2</sup> či nespotřebovanou vodu<sup>3</sup>).
- Nedostatečná technologie – jak již bylo zmíněno dříve, problém je ve vysokém individualismu jednotlivých zařízení. Každé zařízení má jiné ovládání, spoustu zařízení není možné ovládat jinak než manuálně (s tím souvisí i další bod).
- Neexistence společného komunikačního protokolu – zařízení, jež poskytují určité rozhraní pro ovládání, mají většinou specifický komunikační protokol; není proto možné jednoduše propojit zařízení a čekat, že budou spolu bez problému komunikovat. Tento problém řeší většina dodavatelů inteligentních instalací tím, že vyrábí co největší množství zařízení ve vlastní režii a pro ostatní zařízení vytvářejí řadiče na míru.
- Chabá znalost potřeb uživatelů – vývojáři často neznají potřeby lidí, pro něž inteligentní domácnost vyvíjejí. Je to dáno tím, že každý je jiný a ne každému vyhovuje to, co vyhovuje jinému. Proto se vytvářejí obecná, značně komplexní řešení, jejichž konfigurace bývá potom mnohdy chaotická.
- Nedostatečná informovanost uživatelů – uživatelé nedostávají kompletní informace o tom, zda je systém bezpečný vůči ztrátě soukromí, jaké jim přináší výhody apod.

## 3.3 Hierarchie inteligentních domácností

Inteligentní domácnosti je možné dělit podle různých kritérií: do jaké míry se chovají inteligentně, nakolik usnadňují život, zda se dají snadno ovládat, zda naopak někdy člověka neomezují atp. Richard Harper [24] navrhuje následující pětibodovou hierarchii:

1. domácnosti obsahující inteligentní přístroje – domácnosti, jež obsahují inteligentní prvky, jež pracují na sobě nezávisle a nekomunikují mezi sebou;

<sup>2</sup>vypínáním nepoužívaných zařízení, ohřevem vody, jen když je třeba, ...

<sup>3</sup>použití dešťové vody, znovupoužití vody po umytí na splachování záchodu: Bernaden Neubauer [3] nazývá tuto vodu šedou vodou; dále uvádí, že dešťovou vodu je třeba ještě upravit pomocí pesticidů, aby nezapáchala; podle něj je možno tak ušetřit až 35 % vody.

2. domácnosti s inteligentními komunikujícími přístroji – obsahují inteligentní prvky, jež spolu komunikují a provádějí akce na základě této komunikace;
3. propojené domácnosti – domácnosti jsou propojeny sítěmi, aby bylo umožněno ovládání nejen zevnitř, ale také zvenčí, třeba i z větší vzdálenosti;
4. učící se domácnosti – domácnosti se učí na základě aktivity domácnosti přizpůsobit se potřebám uživatelů;
5. pozorné domácnosti – domácnosti se přizpůsobují uživateli podle jeho vyvíjené aktivity, pohybu v domě, poloze, ...

### 3.4 Vyvíjení inteligentní domácnosti

Při vyvíjení inteligentní domácnosti je třeba hledět na nejrůznější aspekty vycházející z potřeb uživatelů. Richard Harper [24] nastiňuje iterační metodologii návrhu<sup>4</sup>. Na první úrovni se zabývá specifikací a verifikací problému. Při verifikaci je třeba zohlednit, zda je technologicky možné požadovaný systém realizovat. Na druhé úrovni probírá vytvoření minimálního modelu, aby měl uživatel okamžitou zpětnou vazbu, zda systém odpovídá jeho potřebám. Na třetí úrovni se zohledňuje interakce s okolím. Čtvrtá úroveň rozebírá uživatelskou svobodu a komfort. Pátá, poslední úroveň zhodnocuje míru použitelnosti. Celý proces názorně shrnuje obrázek 3.1.

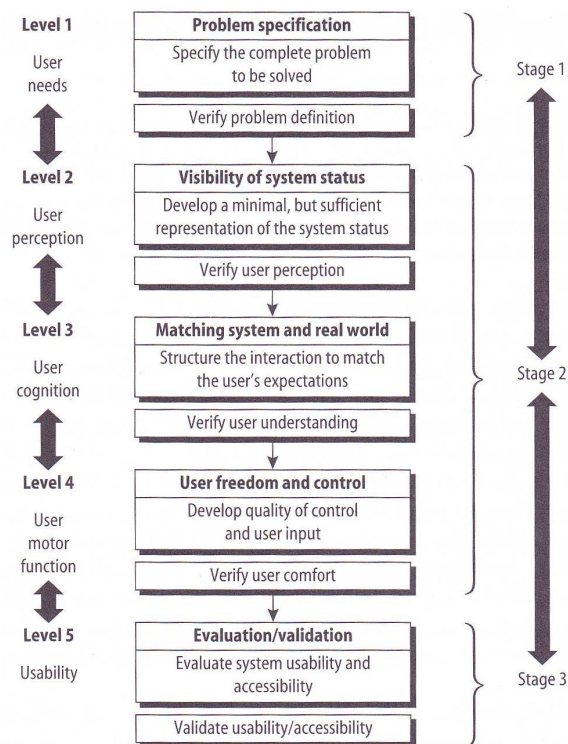
#### 3.4.1 Požadavky od uživatelů

Zcela určitě by na prvním místě mělo být to, co si zákazník přeje. Je ovšem na dodavateli, aby určil, zda jsou požadavky reálné. Kniha *Inside the Smart Home* [24] uvádí typické požadavky na systém:

- funkčnost – inteligentní domácnost musí poskytovat běžné funkce, jež se požadují od klasické domácnosti, a navíc přídavné funkce (aby mohla být nazvána inteligentní) a tyto funkce musejí fungovat tak, jak mají;
- jednoduchost použití – stěží by si někdo pořídil inteligentní domácnost, kdyby jakákoliv akce v systému po něm požadovala daleko více času, než kdyby to udělal ručně: proto je třeba, aby používání bylo co nejintuitivnější;
- cenová dostupnost – systém by měl být dostupný nejen pro majetnější lidi, ale i pro lidi, kteří vydělávají méně;
- spolehlivost, spravovatelnost a provozní náklady – systém by měl být spolehlivý, nastavení kooperace jednotlivých zařízení by nemělo být náročné a v neposlední řadě by měl být provoz co nejlevnější (pokud možno i šetřit více, než lze dosáhnout v klasických domácnostech);
- pružnost, přizpůsobivost a aktualizovatelnost – měla by být možná změna systému podle potřeb uživatele, aktualizace mohou být automatické;

---

<sup>4</sup>Iterační metoda je nejspíše zvolena z dříve zmíněných důvodů, kdy uživatel neví na začátku přesně, co chce, nýbrž spolu s návrhářem dá dohromady, co požaduje (v případě domácností na míru, jež ale budou typicky dražší).



Obrázek 3.1: Vývoj inteligentní domácnosti [24].

- schopnost replikace a jednoduchost montáže – vytváření podobných systémů a montáž by měly být co nejjednodušší;
- kompatibilita – komunikace mezi aplikacemi by měla být standardizována, aby se předešlo neočekávaným komplikacím.

### 3.4.2 Standardizace

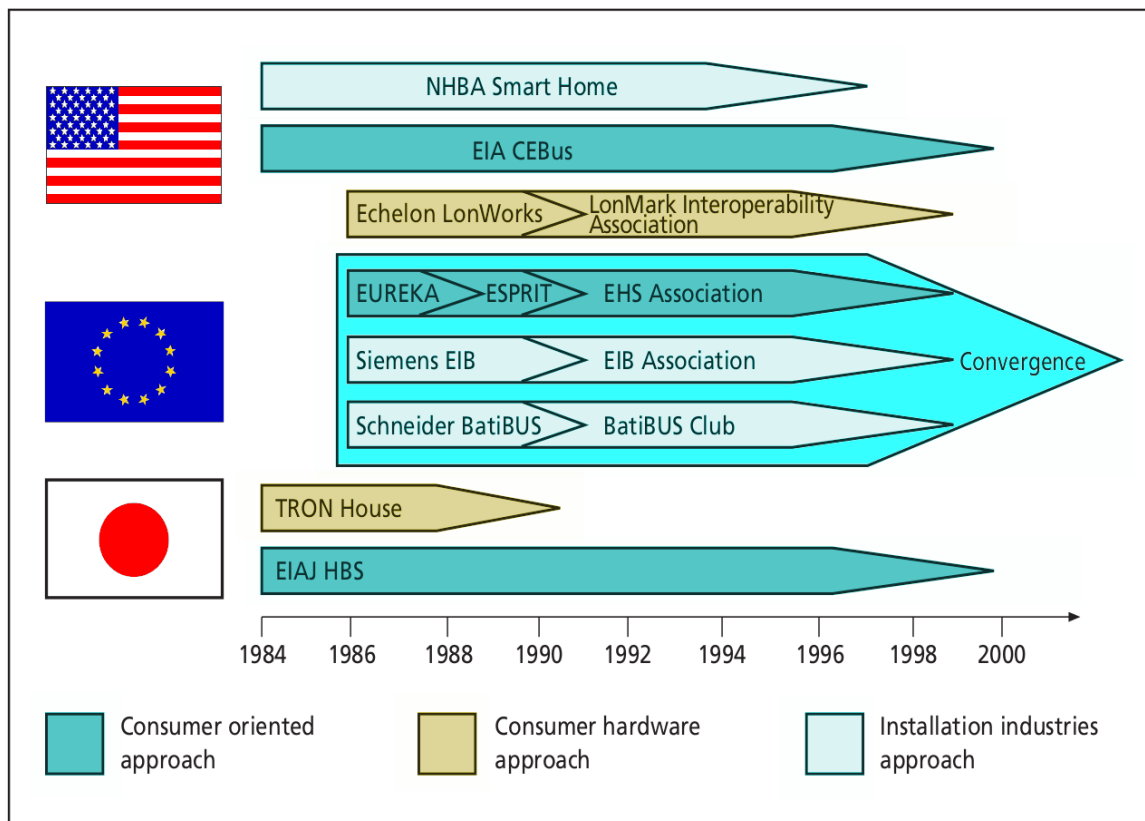
Jako v každém odvětví, je i u inteligentních domácností žádoucí vytvořit standardy, aby byla umožněna komunikace mezi subsystemy. Podle [19] trval vývoj standardů v oblasti inteligentních domácností nepřiměřeně dlouho, inteligentní domácnosti byly tak zbytečně předraženy a musely pocházet od stejného výrobce. Nakonec vznikla celá řada standardů, mezi nejdůležitějšími můžeme jmenovat (volně převzato z [19]):

- *BatiBUS* – vytvořila jej francouzská společnost Merlin Gerin pro síťovou komunikaci, pro niž používá kroucenou dvoulinku – dosahuje přenosové rychlosti 4,8 kbit/s;
- *EIB* (European Installation Bus) – vznikl v Německu, standardizuje síťovou komunikaci, pro niž, stejně jako standard BatiBus, používá kroucenou dvoulinku – přenosová rychlost je 9,6 kbit/s;
- *EHS* (European Home Systems) – vznikl v Evropě, umožňuje řízení a správu většiny subsystemů inteligentní domácnosti, zahrnuje dokonce i přenos videa, nicméně pouze v analogové formě. Standardy BatiBus, EIB a EHS byly spojeny do jediného standardu *KNX*;



- *LonWorks* – pochází z USA, protokol rozšiřuje *CSMA*, používané v ethernetu, maximální dosažitelná rychlost je 1,25 Mbit/s;
- *CEBus* (Consumer Electronics Bus) – byl vytvořen v USA, pro automatizaci inteligentní domácnosti používá speciální protokol, přenosová rychlost synchronizace činí 6,7 kbit/s.

Existují pochopitelně další standardy: *ATM*, *BACnet*, *Ethernet*, *FND*, *X10* (je rozebrán v následující podkapitole) atd. Obrázek 3.2 názorně zařazuje vybrané standardy chronologicky a podle území, kde vznikly.



Obrázek 3.2: Standardy (upraven z [19]).

### 3.4.3 Síť bez přídavné kabeláže

Nechceme-li při propojování jednotlivých zařízení příliš zasahovat do již postaveného domu, může se nám hodit jeden z následujících dvou přístupů (ušetří prosekávání stěn kvůli vedení strukturované kabeláže): bezdrátové sítě a vedení elektrickou rozvodnou sítí.

#### Bezdrátové sítě

Vzhledem k velmi nízké přenosové rychlosti při komunikaci elektrickou rozvodnou sítí (viz dále) a vysoké ceně zařízení X10, se zdají být nejpoužívanější bezdrátové sítě. Existuje více typů sítí, každý typ se hodí na něco jiného. Některé se snaží dosáhnout hlavně co nejvyšší rychlosti (*802.11*), jiné se zase snaží spotřebovat co nejméně energie (např. *ZigBee* nebo *EnOcean*).



**Sítě 802.11** Jde asi o vůbec nejrozšířenější bezdrátové sítě (běžně se označují pojmem Wi-Fi – Wireless Fidelity), jež se používají hlavně pro připojení k Internetu, neboť nabízejí vysoké rychlosti. Standard 802.11b, běžící na frekvenci 2,4 GHz, nabízí přenosovou rychlost až 11 Mbit/s, standard 802.11a, jenž funguje na frekvenci 5 GHz, a 802.11g, pracující na frekvenci 2,4 GHz, umožňují teoreticky přenášet data rychlostí až 54 Mbit/s. Více viz [20].

**Bluetooth** Standard *Bluetooth* se nejčastěji používá pro propojení nejrůznějších zařízení na malou vzdálenost, často mobilu s příslušenstvím: handsfree apod. Dříve bylo umění nastavit komunikaci tímto protokolem, protože neexistovala standardizace a každý výrobce to, jak už tak bývá zvykem, dělal po svém. V dnešní době je tento protokol standardizován jako IEEE 802.15.1 [9]. Datová přenosová rychlost činí až 433,9 kbit/s symetricky a 723,2/57,6 kbit/s asymetricky [23].

**Infračervená komunikace** Používá se nejčastěji v dálkových ovladačích k televizím, videorekordérům a jiným zařízením ovládaných na dálku. Stejně tak se dá vytvořit IR (Infrared – infračervený) přijímač k počítači a ovládat počítač (inteligentní domácnost) jakýmkoliv ovladačem. Dále lze použít komunikaci infračerveným spektrem pro propojení zařízení – nicméně může být problém, že je potřeba přímá viditelnost mezi zařízeními (infračervené spektrum má vlnovou délku jen o málo větší než červené, viditelné světlo, má tedy obdobné vlastnosti).

**ZigBee** ZigBee je standard bezdrátové sítě, jež má velmi malou spotřebu (podle [15] vydrží až dva roky pracovat na dvě tužkové baterie, zatímco Bluetooth vydrží pouze několik týdnů), protože přenáší data na poměrně nízkých rychlostech (maximálně 250 kbit/s). Tato rychlost není opravdu příliš oslnivá, nicméně pro komunikaci např. mezi senzory (viz výše), jež potřebují běžet dlouho na baterii, je naprosto dostačující. Je založena na standardu IEEE 802.15.4 – více viz [9].

**EnOcean** Zajímavou myšlenku aplikují sítě EnOcean: jednotlivá zařízení této sítě nemusí vůbec používat napájení, místo toho mohou použít pro získání energie tzv. *Energy Harvesting*, založený na principu získávání energie z mechanického pohybu (v případě piezoelektrického zařízení), přijatého světla (v případě zařízení se solárním článkem) apod. Tato síť pracuje na frekvenci 868,3 MHz. Více viz [9].

## Vedení elektrickou rozvodnou sítí

V dnešní době je elektrická rozvodná síť součástí téměř každého domu ve vyspělých zemích. Je proto zcela jistě na místě otázka, zda by nešlo stávající sítě využít i pro komunikaci. Nabízí se zajímavý protokol: X10 – řídicí bity se posílají v okamžiku přechodu napětí nulou<sup>5</sup>, komunikující zařízení se jednoduše připojí do zásuvky, zatímco zařízení, jež čerpají z elektrické zásuvky pouze elektrickou energii, si ničeho nevšimnou. Komunikační protokol je velmi jednoduchý: rámec X10 se skládá ze čtyř start bitů (1110), čtyř bitů pro kód domu a nakonec následuje čtyřbitový kód funkce, jíž může být příkaz nebo adresa zařízení (rozlišené závěrečným bitem, více viz [21]).

---

<sup>5</sup>Z toho též vyplývá značně nízká přenosová rychlost: 50 bit/s u 50Hz elektrické rozvodné sítě (data jsou poslána dvakrát kvůli detekci interference).

## Kapitola 4

# Současný stav a návrh řešení

### 4.1 Současný stav

V této podkapitole je prezentována společnost ELKO EP, s. r. o., systém iNELS, systém iMM a dotykový displej, nakonec jsou popsány nynější subsystémy systému iMM.

#### 4.1.1 O společnosti ELKO EP, s. r. o.

Firma ELKO EP, s. r. o., je společností zabývající se inteligentní elektroinstalací domácností, menších komplexů, ale i výrobních hal. Na českém trhu vystupuje již 18 let a za tu dobu přerostla z malé rodinné výroby do velkovýroby se 180 zaměstnanci. Více viz [12].

#### 4.1.2 Systém iNELS

Systém iNELS je inteligentní elektroinstalací, jež umožňuje řídit drtivou většinu subsystémů řízeného objektu: od osvětlení, vytápění, ovládání jednotlivých spotřebičů až po zajištění bezpečnosti. Více na [13].

#### 4.1.3 Systém iMM

Systém iMM (iNELS MultiMedia) je rozšířením systému iNELS o podporu multimédií. Jde o rozšíření s centrální databází videí, přehráváním videí apod. Více se dozvíte na [11]. Obrázek 4.1 ukazuje, jak vypadá řídicí centrum systému. Skládá se z pozadí, jež je možno měnit (viz dále); stavového řádku – ve kterém je možno zvolit místnost, jejíž vlastnosti si uživatel přeje měnit, nastavit skrývání nebo stále zobrazení panelu, dále se v něm zobrazuje informace o prováděných akcích (přehrávání hudby, filmu, ...), stav připojení apod. a dále se v něm zobrazuje čas; ovládacího panelu – umožňujícího vysunout mechaniku, pozastavit/spustit hudbu, přecházet mezi písničkami/fotkami, přeskakovat různé pasáže ve filmu či se k jiným vrátet, snížit/zvýšit hlasitost atd.

#### 4.1.4 Dotykový displej

Dotykový displej (iMM Touch, označovaný také jako iTP – iNELS Touch Panel) slouží pro souhrnné ovládání systému, zabudovává se do zdi. Více viz [10]. Dotykový displej je vyobrazen na obrázku 4.2. Obrazovka zobrazená na dotykovém displeji (řídicí systém) obsahuje ikony pro nejružnější funkce: ovládání světel, topení, klimatizace, kamer, přehrávání fotek, filmů, psaní poznámek, výběr scény aj.



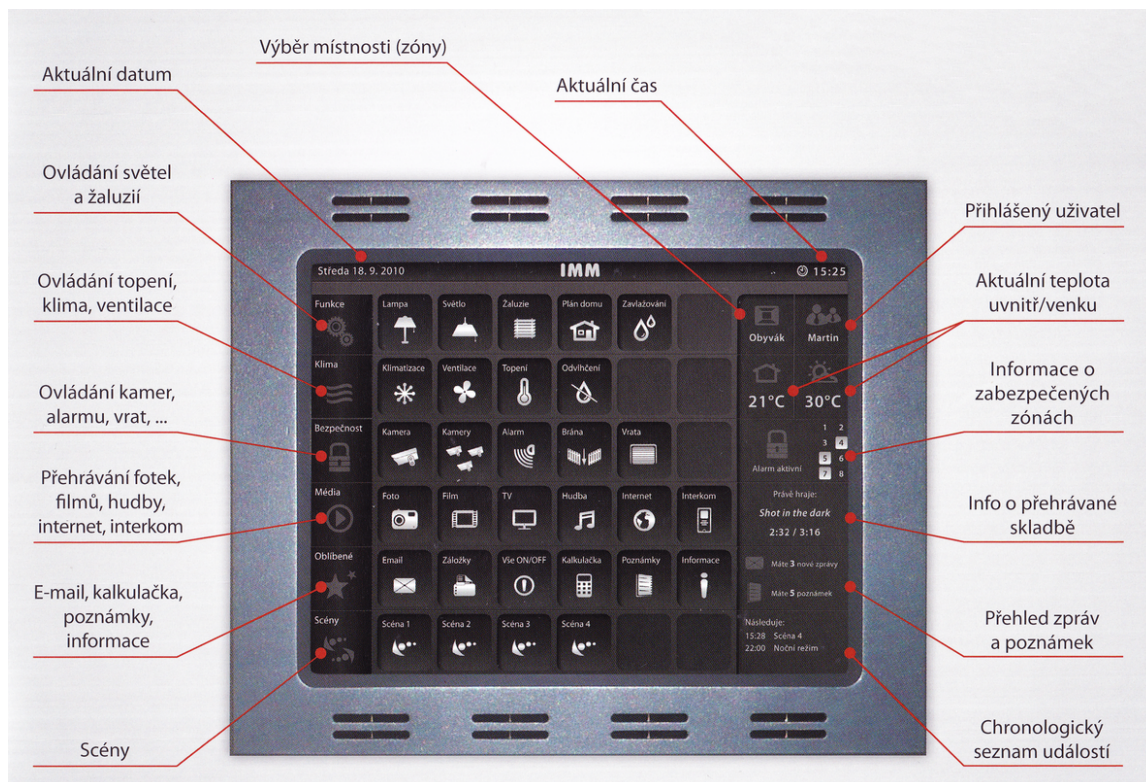
Obrázek 4.1: Řídicí centrum systému [14].

#### 4.1.5 Stávající subsystémy

Před realizováním této diplomové práce sestával systém iMM z následujících subsystémů (odpovídajících ikonám v nabídce příkazů na obrázku 4.1):

- Fotky – umožňuje prohlížení fotek podle adresářové struktury nejen z centrálního úložiště, ale také z CD, DVD či flashdisku; dále pak nastavení fotek na pozadí (vytvoření skupiny fotek, jež se budou promítat na pozadí).
- Hudba – poskytuje uživateli možnost přehrát hudbu z centrálního úložiště, příp. jiného datového zdroje (CD, DVD, ...) nebo také nastavit skupinu skladeb hraných na pozadí.
- Film – nabízí uživateli rozhraní k přehrávání filmů z centrálního úložiště, příp. dalších umístění. Samozřejmostí je schopnost přehrát filmy ve FullHD (1080p – viz [9]) kvalitě.
- Televize – umožňuje přehrávání televize přenášené přes satelit, často též poskytované ve FullHD kvalitě.





Obrázek 4.2: Dotykový displej [14].

- Topení – pomocí tohoto subsystému si uživatel může nastavit teplotu v určitých místnostech na takovou, jaká mu vyhovuje: k dispozici jsou mu plány jednotlivých podlaží, na nichž si patřičnou teplotu navolí.
- Světlo – poskytuje ovládání jasu jednotlivých světel: uživatel má opět k dispozici plány jednotlivých podlaží, na nichž si zvolenou úroveň osvětlení nastaví.
- Kamera – ukazuje přehled objektu pomocí jednotlivých kamer, jež dohromady zobrazuje uspořádané po jedné, čtyřech či devíti.
- DVD – přehrává filmy z DVD, navíc oproti subsystému Film přidává podporu DVD menu (pro výběr scén, jazyka, titulků, ...).
- Internet – integruje do systému open-sourcový prohlížeč Mozilla Firefox pro okamžitý přístup k Internetu.
- Vypnout – umožňuje vypnutí či uspaní všech připojených zařízení jediným tlačítkem.

## 4.2 Formulace cíle práce

Cílem práce je tedy přidat do systému iMM subsystém, jenž bude zajišťovat:

- audiovizuální spojení místností s dveřní hláskou;
- odemykání zámku na dálku;

- audiovizuální spojení mezi místnostmi navzájem;
- ovládání předchozích tří funkcionalit z přidružených dotykových zobrazovacích zařízení.

Před implementací výše uvedených bodů bylo možné mít na řízeném objektu zvenčí kameru, jež snímala příchozí, a klasický domovní telefon, popř. zvonek pro návštěvníky. Dále pak bylo možné mít v jednotlivých místnostech kamery a komunikovat mezi místnostmi tak, že člověk sledoval všechny kamery a v případě vyžádaného rozhovoru přepnul na příslušnou kameru. Jak vidno, tento způsob je značně neefektivní, a proto vývoj nevyhnutelně směřoval k vytvoření komunikačního subsystému splňujícího výše uvedené zadání.

Ačkoliv se může na první pohled zdát, že jde o triviální problém, není tomu zdaleka tak. Řešení tohoto úkolu vyžaduje inženýrský intelekt, jenž si dovede poradit s nejednou vyskytnuvší se překážkou. Hlavně je důležitá analýza problému a nalezení možnosti použití již existujících částečných řešení. Dále je potřeba zjistit možnost zaintegrování řešení do stávajícího systému. K tomu je zapotřebí porozumět kódu systému iMM, ačkoliv není příliš dokumentován a komentován. Dále pak je nutné sofistikované zakomponování instalátoru subsystému do instalátoru celého systému. Kompletní řešení zadaného problému tedy vyžaduje logický, kreativní a intelektuální inženýrský přístup.

## 4.3 Návrh řešení

Tato podkapitola se zabývá návrhem komunikačního systému splňujícího body uvedené v předchozí podkapitole. Nejdříve popisuje celý systém pomocí tzv. use case diagramu (viz [9, 29]), jenž je poté podrobněji rozebrán.

### 4.3.1 Use case diagram

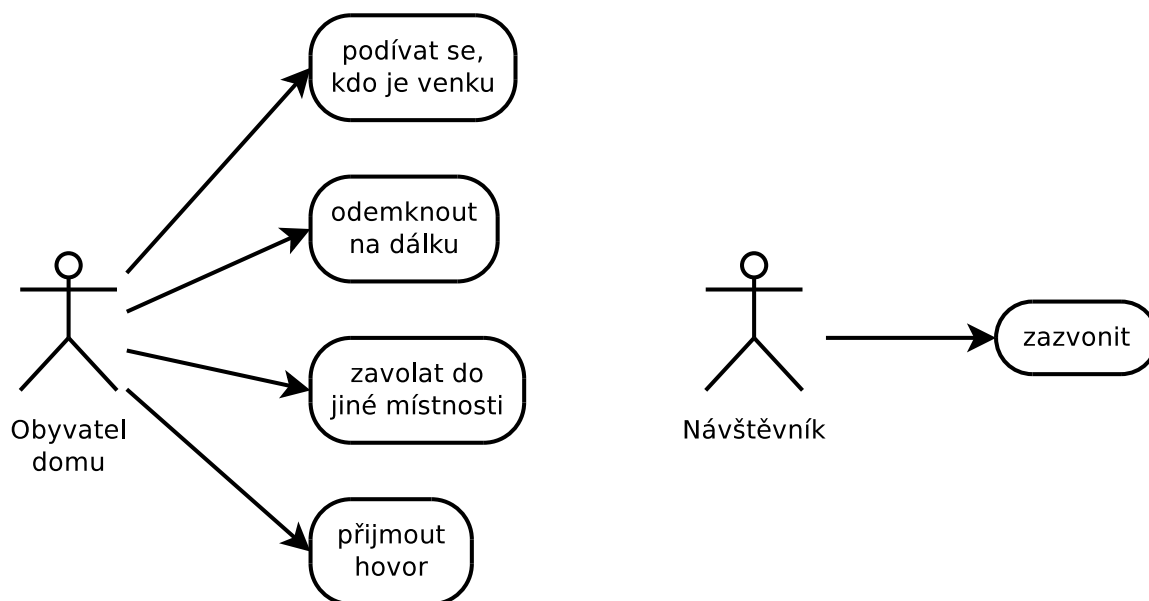
Use case diagram slouží pro jednoduché grafické znázornění funkce systému. Toto zjednodušení opomíjí hlubší informace o systému, a tak nemůže nahradit podrobný popis jednotlivých funkcí. To ovšem také není účelem tohoto prostředku, jeho účelem je názornost, hrubé načrtnutí funkcí. Proto bude dále rozebrána každá funkce zvlášť.

Use case diagram pro komunikační subsystém je uveden na obrázku 4.3. Jak již bylo řečeno, use case diagram značně elementarizuje pohled na problém, aby bylo z diagramu ihned patrné, co je po modelovaném systému požadováno. Z tohoto důvodu by se mohlo zdát, že daný úkol je triviální, spíše opak je však pravdou. Use case diagram pouze inteligentně shrnuje, čeho je třeba dosáhnout, a nebere v potaz, že např. pro implementaci odemykání na dálku bylo třeba upravit program Twinkle tak, aby umožňoval správné odemykání zámku bez doprovodného zvuku, jenž byl původně v rámci nutně navázaného hovoru posílán.

Dále jsou rozebrány jednotlivé akce, jež mohou být provedeny zobrazeným aktérem.

#### Podívání se, kdo je venku

Tato funkce umožní podívat se před dům, zda tam někdo je, bez toho, aby případný návštěvník vůbec zpozoroval, že se obyvatel dívá ven (ani nesmí z hlásky vycházet zvuk z místnosti).



Obrázek 4.3: Use case diagram komunikačního systému.

### Odemknutí na dálku

Aby nemusel obyvatel domu chodit odemykat návštěvníkovi, je důležité, aby bylo umožněno odemykat zámek na dálku. K tomu poslouží elektromagnetický zámek, jenž odemkne, když se na vstupní dva kontakty přiloží určité napětí (např. 12 V), bude provedeno pomocí aktuátoru vestavěného v hlásce.

### Zavolání do jiné místnosti

Pro maximální usnadnění komunikace mezi místnostmi je požadováno, aby systém zvládal volání mezi místnostmi. Dále pak je žádoucí, aby byl při volání přenášen nejen zvuk, ale i obraz. To umožní i nonverbální komunikaci bez nutnosti prezenční komunikace. Dále pak by bylo vhodné, aby systém nepotřeboval přijetí hovoru při komunikaci mezi místnostmi, protože občas není potřeba odezva: stačí např. jen pozvat všechny na večeři a není třeba, aby někdo jiný cokoli říkal.

### Přijmutí hovoru

V případě volání zvenku, když návštěvník zazvoní, je třeba, aby návštěvník neslyšel hned z místnosti zvuk ani jinak nedostal na vědomí, co se děje uvnitř. Teprve když obyvatel domu přijme hovor, může venku návštěvník uslyšet obyvatele domu ptajícího se na účel návštěvy. Dále je potřeba, aby bylo možné zazvonit nejen do jedné konkrétní místnosti (např. do pracovny), ale také do všech zároveň či do skupin sdružených místností.

### Zazvonění

Potencionální návštěvník musí mít možnost dát najevo, že by šel rád dovnitř. K tomu poslouží venku nainstalovaná dveřní hláska s klávesnicí, na níž potencionální návštěvník zvolí, zda chce volat do všech místností, do určité skupiny místností či do nějaké konkrétní místnosti.

## 4.4 Specifikace etap

Řešení diplomového projektu bylo započato záměrně již ve čtvrtém ročníku studia, aby byly zavčas vyřešeny všechny požadavky kladené na systém. Zcela jistě i tento přístup vypovídá o sofistikovaném inženýrském pojetí řešení problému, kdy je zvoleno dostatečné časové kvantum tak, aby bylo vše řádně splněno.

Postup řešení diplomového projektu lze rozdělit do šesti etap. Tyto etapy byly řešeny, jak již bylo zmíněno, v průběhu dvou let – v rámci čtvrtého a pátého ročníku studia.

### 4.4.1 Seznamování se systémem iMM

V první etapě bylo nejdůležitější se seznámit se systémem iMM, zjistit, z jakých subsystémů se skládá, jak je napsán, jak je možno jej upravovat. Tato etapa probíhala během zimního a částečně letního semestru čtvrtého ročníku.

### 4.4.2 První fáze implementace

V průběhu druhé etapy bylo důležité napsat funkční komunikační subsystém, jenž bude umožňovat základní požadované funkce (ne nutně všechny). První fáze implementace probíhala v rámci února a března letního semestru čtvrtého ročníku, ještě před veletrhem Amper [38] (jenž se koná většinou v druhé polovině března). Na tomto veletrhu byl systém iMM prezentován s již fungujícím hlasovým komunikačním subsystémem a možností odemykání zámku na dálku. I díky tomuto subsystému získala společnost ELKO EP, s. r. o., spoustu nových zákazníků, jimž se zvláště líbilo odemykání na dálku.

### 4.4.3 Druhá fáze implementace

V rámci druhé fáze implementace bylo třeba implementovat zbývající části komunikačního subsystému: jednalo se o obrazovou část komunikačního subsystému a o ovládání komunikačního subsystému pomocí dotykového panelu iTP (viz výše). Druhá fáze implementace probíhala v druhé polovině letního semestru čtvrtého ročníku.

### 4.4.4 Třetí fáze implementace

Ve třetí, poslední fázi implementace bylo zapotřebí zabudovat komunikační subsystém napevno do systému iMM. Šlo o přidání zdrojových kódů do repositářů SVN [7] a začlenění instalátoru komunikačního subsystému do instalátoru iMM. Třetí fáze implementace probíhala v rámci června a července čtvrtého ročníku.

### 4.4.5 Studium literatury a sepsání teoretické části

V páté etapě diplomové práce bylo nejdůležitější najít, zapůjčit si a nastudovat potřebnou literaturu pro vypracování teoretické části a sepsat teoretickou část. Tato fáze zabrala zimní semestr a první polovinu letního semestru pátého ročníku.

### 4.4.6 Sepsání praktické části

V šesté, poslední etapě bylo třeba sepsat pojednání o praktické části diplomové práce. Jednalo se o detailnější popis implementace komunikačního subsystému. Tato fáze probíhala v rámci druhé části letního semestru.

## Kapitola 5

# Implementace

Tato kapitola popisuje způsob implementace daného komunikačního systému, jehož návrh byl proveden v předchozí kapitole. Probírá použitý hardware, nástroje, detaily implementace a způsob instalace.

### 5.1 Použitý hardware

Tato podkapitola shrnuje použitý hardware a v určitých případech nabízí alternativy ke zvolenému hardwaru. Lze použít zcela jistě i jiný, nezmíněný hardware podobné funkce, komunikační subsystém je napsán tak, aby byl co nejlépe přenositelný.

#### 5.1.1 Dveřní komunikátor 2N<sup>®</sup> Helios IP

Dveřní komunikátor 2N<sup>®</sup> Helios IP (dále jen hláska Helios IP) je produkt, jenž si klade za cíl nahradit stávající domovní telefony. Umožňuje tedy běžné služby, které zvládá domovní telefon: zazvonit u vybraného uživatele, navázat komunikaci s ním a otevřít dveře. Hláska Helios IP navíc umí spolu s hovorem přenášet i obraz, komunikovat přes klasické ethernetové rozhraní a mnoho dalšího (více viz [1]).

Hláska Helios IP se tedy používá jako zařízení instalované venku pro případné návštěvníky: tato hláska umožňuje připojení elektromagnetického zámku, čehož se samozřejmě využívá (viz dále).

#### 5.1.2 IP kamera Vivotek PZ7132

Pro volání mezi místnostmi se používá IP kamera Vivotek PZ7132. Může být pochopitelně použita i jiná – záleží na konfiguraci, software není omezen pouze na tento typ kamery. Tato kamera má 2,6násobný zoom, horizontální rozsah 350° a vertikální rozsah 125°; umožňuje připojení do sítě pomocí ethernetového rozhraní nebo rozhraní Wi-Fi. Obraz posílá ve VGA rozlišení (640×480 pixelů, viz [9]), nechybí ani vestavěný mikrofón. Více viz [40].

#### 5.1.3 Elektromagnetický zámek BEFO 1221

Elektromagnetický zámek BEFO 1221 slouží pro dálkové odemykání. Při přiložení napětí 12 V na vstupní svorky odemkne, jinak zůstává zamčený. Dále může obsahovat momentový kolík, jenž umožňuje zamčení až teprve po průchodu dveřmi. Opět může být použit též jiný elektromagnetický zámek, důležité je pouze odemykací 12V napětí (příp. se dá jiné napětí



vytvořit potenciometrem či zesilovačem), nicméně tento typ zámku je doporučen manuálem k hlásce Helios IP [1].

#### 5.1.4 Další zařízení

Dále byly použity klasické osobní počítače pro server a klienty. Na těchto počítačích byl nainstalován operační systém Linux s distribucí Ubuntu (verze 10.04.2 LTS) a systém iMM, sloužící pro řízení inteligentní domácnosti. Také byl použit dotykový displej (s nainstalovaným operačním systémem Linux, distribucí Ångström – z důvodu omezené kapacity vložené karty CF, instalována verze 20110415), sloužící k rychlému nastavení nejrozličnějších funkcí systému. Všechny systémy byly dohromady propojeny jedním switchem.

## 5.2 Použité nástroje

Systém iMM je psán ve skriptovacím jazyce Python [32], používaná verze 2.6.5, proto je použit i pro zadaný subsystém. Pro volání mezi pokoji bez obrazu je zvolen program Twinkle [4]. Pro adresář, v němž se registrují SIP klienti (softwaroví klienti v případě jednotlivých místností, hardwarový klient v případě hlásky), je použit Asterisk [39]. Pro propojení programu Twinkle s Pythonem je použit BASH [18] a pojmenovaná roura.

## 5.3 Detailnější popis funkce

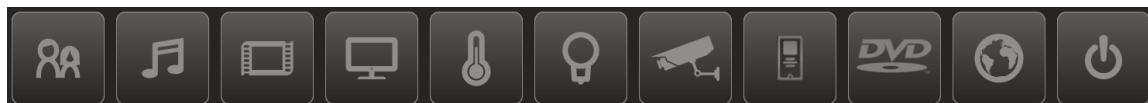
V této podkapitole je detailněji popsána funkce a začlenění komunikačního subsystému do systému iMM. Jedná se o ukázkou zařazení ikon a ovládání subsystému.

### 5.3.1 Zařazení do systému iMM

Pro zařazení komunikačního subsystému do systému iMM je zapotřebí vytvořit ikony a navázat na ně akce.

#### Přidání ikony do nabídky příkazů

Nejprve byla přidána ikona pro vyvolání obrazu z hlásky. Umístěna byla do nabídky příkazů, neboť odkazuje na samostatný podsystém. Protože souvisí určitým způsobem s kamerovým subsystémem, byla umístěna napravo od ikony kamery (viz obrázek 5.1).



Obrázek 5.1: Přidání ikony do nabídky příkazů.

#### Přidání ikon do ovládacího panelu

Dále pak byly přidány ikony pro přijetí a odmítnutí hovoru. Jako vhodné místo pro tyto ikony se ukázal ovládací panel. Tento panel bývá, stejně jako nabídka příkazů, dostupný v každém subsystému, i když u některých podsystémů je mírně modifikován. Ikona pro přijetí je zastoupena zeleným sluchátkem, ikona pro odmítnutí hovoru nese barvu červenou. Obrázek 5.2 ilustruje přidání ikon do všech typů ovládacích panelů.



Obrázek 5.2: Přidání ikon do všech ovládacích panelů.

### Přidání ikony na dotykový displej

Na dotykovém displeji, na rozdíl od softwaru pro osobní počítače, byla již ikona pro hlásku připravena předem. Zatím na ni ale nebyla navázána žádná funkce, proto byla v rámci této práce přidána. Ikona je umístěna ve čtvrté řadě ikon odshora za ikony pro zobrazení fotek, přehrávání hudby/filmů, sledování televize a prohlížení Internetu (viz obrázek 4.2). Bylo třeba pouze přidat ikony pro iniciaci hovorů (zelené sluchátko) a pro odmítnutí/ukončení hovorů (červené sluchátko) do pravého postranního menu (viz obrázek 5.3).

### 5.3.2 Propojení místností s hláskou

Jako nejpřirozenější způsob propojení jednotlivých místností s dveřní hláskou se jevílo spojení pomocí protokolu SIP (Session Initiation Protocol). Jedná se o textový protokol podobný HTTP: obsahuje hlavičky, oddělené mezi sebou znakem nového řádku, a za nimi volitelně následuje tělo zprávy, oddělené prázdným řádkem. Protokol SIP popisuje signalizaci mezi komunikačními stanicemi (příkazem INVITE se snaží zahájit komunikaci, příkazem BYE komunikaci končí apod.). Pro více informací o protokolu SIP viz [34].

Tělo zprávy dodržuje protokol SDP (Session Description Protocol). Ten slouží pro specifikaci parametrů sezení při přenosu multimediálních dat: typu média (obraz, zvuk, ...), přenosového protokolu (např. RTP) aj. Pro detailnější popis protokolu SDP viz [22].

Pro přenos samotných multimediálních dat se zpravidla používá protokol RTP (Real-time Transport Protocol). Tento protokol používá nejčastěji služby UDP protokolu, aby komunikace probíhala co nejrychleji (v reálném čase), což s sebou přináší problém ztráty paketů. Z hlediska povahy přenášených dat (převážně obraz a zvuk) ale problém nenastává, neboť přenášená data jsou často potřeba pouze jednou, v daném okamžiku – ztrátu některých dat potom řeší použitý kodek (např. typické kostičkování digitální televize). Výhodou



Obrázek 5.3: Přidání ikon pro přijetí/odmítnutí hovorů.

UDP oproti TCP protokolu je však větší rychlost a odezva (není třeba navazování spojení, potvrzování dat, neřídí se rychlost přenosu atp.). Pro více informací viz [35].

Nicméně SIP komunikátory, tak jak jsou běžně implementovány, mají problém s jednostrannou komunikací: pokud vysílá pouze jedna strana, zavírají automaticky spojení. Protože externí zadavatel požadoval možnost zobrazení obrazu a přehrávání zvuku z dveřní hlásky okamžitě, jakmile někdo zazvoní, a zároveň aby se nic nevysílalo z volaných pokojů, dokud uživatel nebude chtít, byla jednostranná komunikace důležitá. Proto byl nakonec zvolen protokol RTSP.

Protokol RTSP (Real Time Streaming Protocol) se často používá pro streamování videa televizí, také jej podporuje široká škála IP kamer (včetně IP kamery Vivotek PZ7132 a dveřního komunikátoru 2N<sup>®</sup> Helios IP). Protokol RTSP většinou používá pro přenos videa RTP protokol, dosahuje tedy přibližně jeho rychlosti a spolehlivosti. Pro detailnější specifikaci protokolu RTSP viz [36].

### Vytvoření telefonního adresáře

Aby dveřní hláska a jednotlivé místnosti věděly, kam směřovat telefonní hovor, je zapotřebí telefonního seznamu, jenž bude převádět telefonní čísla, příp. uživatelská jména na IP adresy a porty jednotlivých telefonů (softwarových v případě místností). Pro tento úkol byl zvolen Asterisk [39], protože je šířen pod licencí GPL a poskytuje velice mocné funkce telefonní ústředny.

Dveřní hláska se po startu přihlásí do telefonního adresáře a tím umožní budoucí komunikaci. Když návštěvník zazvoní, dveřní hláska se spojí se serverem Asterisk a vyhledá v adresáři uživatele (nejčastěji místnost), s nímž se má spojit.

## Softwarové telefony

Pro každou místnost je v adresáři Asterisku vytvořen uživatel. V každé místnosti se při spouštění systému iMM spustí také program Twinkle [4], který zaregistruje místnost v adresáři Asterisku pod přidruženým uživatelským jménem.

Když instance programu Twinkle obdrží výzvu k hovoru, zjistí zavěšení hovoru, navázání hovoru či zaregistruje jinou událost, spustí předvolený skript (napsaný v BASHi), který o události informuje příkazem komunikační subsystém systému iMM pomocí pojmenované roury. Tyto příkazy formují jednoduchý protokol. Používané příkazy jsou:

- **accepted** – informuje o navázání hovoru, příkaz důležitý pro monitorování stavu hovorů, zvláště pak pro způsob odemykání zámku na dálku (v průběhu hovoru není žádoucí navazovat hovor nový a nesmí se ukončit stávající, viz dále);
- **ended** – informuje o skončení hovoru, párový příkaz k příkazu **accepted**, je potřeba z analogických důvodů;
- **incoming** – oznamuje příchozí audio-hovor z jiné místnosti, původce hovoru určuje proměnná prostředí `SIP_FROM_USER` předaná programem Twinkle skriptu reagujícímu na událost;
- **incoming-video** – oznamuje příchozí video-hovor z jiné místnosti, původce hovoru se určí stejným způsobem jako v předchozím případě;
- **int-incoming** a **int-incoming-video** – znamenají příchozí hovor z hlásky, tyto dva příkazy jsou v současné době zaměnitelné, neboť dveřní komunikátor 2N® Helios IP obsahuje integrovanou kameru;
- **quit** – ukončuje vlákno pro komunikaci s programem Twinkle, jež čte příkazy z pojmenované roury – používá se při bezpečném vypínání systému iMM;
- **start** – znamená zahájení reakce na příkazy: používá se pro případ zatoulaných příkazů, jež by se mohly dostavit s nezanedbatelnějším zpožděním.

## Zobrazení videa z hlásky

Pro zobrazení videa z dveřní hlásky se používá MPlayer, zabudovaný vhodně do rozhraní iMM. Tento program se většinou používá pro přehrávání filmů, příp. hudby, a proto je vhodný i pro přehrávání videa z dveřní hlásky.

Obrázek 5.4 ukazuje obrazovku, jež se objeví při otevření komunikačního podsystému pomocí ikony z nabídky příkazů. Uprostřed je obraz z hlásky, do reproduktorů je veden zvuk z hlásky. Při otevření okna se zamkne skrývání panelů nabídek, aby byla kontrolní nabídka stále k dispozici. Při zavření okna se zamknutí skrývání panelů nastaví na stav, jenž byl před otevřením okna.

Po otevření obrazu z hlásky je v místnosti slyšet zvuk z hlásky, nicméně do hlásky zvuk veden záměrně není. Stane se tak, až když uživatel zmáčkne zelené sluchátko, jímž se naváže hovor. Dále může odemknout bez navazování hovoru<sup>1</sup> ikonou s klíčem. Hovor může být ukončen pomocí červeného sluchátka, tímto tlačítkem může být rovněž odmítnut zatím nepřijatý příchozí hovor. Křížkem se zavře okno, a pokud byl navázán hovor, ukončí se; pokud byl nabízen příchozí hovor již jen aktuální místnosti, odmítne se.

<sup>1</sup>v jistém slova smyslu – hovor musí být navázán, aby byl zámek odemknut, nicméně zvuk z místnosti je ztlumen, viz dále.



Obrázek 5.4: Příchozí hovor z hlásky<sup>2</sup>.

### Odemknutí zámku na dálku

V předchozí části textu bylo zmíněno odemknutí zámku na dálku pomocí ikony s klíčem při zobrazení videa z hlásky. Nebylo však zmíněno, jakým způsobem je toho dosaženo.

Dveřní komunikátor 2N<sup>®</sup> Helios IP umožňuje přímé zapojení elektrického zámku. Podle manuálu by měl též umožňovat přímé napájení zámku (dá se nastavit hardwarovými propojkami), nicméně při tomto zapojení neměla zřejmě hláska dostatečný přísun elektrické energie a restartovala se při každém odemknutí zámku, proto byl k zámku přidán externí napájecí zdroj.

Odemykání zámku je v dveřním komunikátoru 2N<sup>®</sup> Helios IP řešeno přijetím kódu DTMF [37], jež je možno navolit v konfiguraci hlásky globálně pro všechny uživatele, pro konkrétní uživatele či na základě časového rozvrhu (ráno se může např. otevírat jiným kódem než večer), nebo může být kód zadán přímo z klávesnice hlásky (lze zakázat). Pro více informací viz [1].

Odemykání zámku je v komunikačním subsystému realizováno zasláním programem Twinkle (příkazem `dtmf <LOCKCODE>`). Tento příkaz je možno úspěšně provést pouze v hovoru, proto pokud právě probíhá hovor s hláskou, je vše v pořádku. Pokud ale není právě navázán hovor s hláskou, musí být nejprve iniciován. Pro tento účel bylo v konfiguraci hlásky nastaveno automatické přijímání hovorů. Ustaví se tedy automaticky hovor, zvuk se pochopitelně ztlumí nejen odchozí z místnosti, nýbrž i odchozí z hlásky. Bohužel samotný program Twinkle umožňuje ztlumit pouze odchozí zvuk, proto bylo třeba upravit jeho zdrojový kód: přidán byl příkaz `mute-incoming`, jenž ztlumí příchozí zvuk.

<sup>2</sup>jako obraz z kamery použít obrázek z [31].

## Příchozí hovor z hlásky

Podle návštěvníkem zvoleného čísla je iniciován hovor v daných místnostech (danému číslu lze přiřadit jakoukoliv kombinaci místností). V každé takové místnosti se objeví zmenšený obraz z hlásky v levém horním rohu. Po kliknutí na obraz obyvatelem dané místnosti se teprve minimalizují všechna ostatní okna a obraz z hlásky se zvětší na prostředek (aby uživatel nebyl příliš rušen při své práci, viz obrázek 5.4).

Zeleným sluchátkem se přijímá hovor, klíčem se odemyká zámek (a automaticky se odmítne hovor), červeným sluchátkem se odmítne hovor ve všech volaných místnostech a křížkem se odmítne pouze v místnosti aktuální (hovor je odmítnut pouze tehdy, když je už navazován hovor pouze do aktuální místnosti).

### 5.3.3 Propojení mezi místnostmi

Po první fázi implementace bylo vytvořeno pouze hlasové spojení mezi jednotlivými místnostmi. Toto hlasové spojení zajišťoval v plné režii program Twinkle – ke své funkci potřeboval pouze funkční mikrofon.

Nicméně pouze hlasové spojení nebylo postačující – bylo zapotřebí přenášet i obraz. Bylo tedy přidáno i obrazové propojení mezi místnostmi, jež bylo opět řešeno pomocí protokolu RTSP. Místnosti, jež obrazové spojení umožňují, poskytují RTSP služby; místnosti, jež obrazové spojení neumožňují, poskytují pouze zvuk z mikrofonu (tento případ indikuje černé okno místo obrazu z místnosti).

Chce-li uživatel zavolat do jiné místnosti, zvolí ze stavového řádku (horního menu, viz obrázek 4.1) kýženou místnost a zeleným sluchátkem z ovládacího panelu (viz obrázek 5.2) naváže hovor. Červené sluchátko v ovládacím panelu odmítá všechny navazující se hovory a ukončuje hovory již navázané.

Při volání mezi místnostmi se opět použije podobná obrazovka jako při volání z dveří hlásky – pouze kontrolní menu je jiné, obsahuje pouze křížek, jímž se hovor ukončuje: zelené tlačítko pro příjem není třeba (viz níže), klíč nemá co odemknout a funkčnost červeného sluchátka přebírá křížek.

Protože externí zadavatel požadoval, aby bylo možné hned po zavolání místnosti mluvit, přijímá komunikační subsystém hovory z místností automaticky – není to bezpečnostní problém, protože IP kamera Vivotek PZ7132 sama o sobě poskytuje obraz komukoliv z jakékoliv místnosti.

### 5.3.4 Komunikace s přidruženým dotykovým displejem

V dané místnosti bývá obvykle jeden osobní počítač s obrazovkou. Dále k němu může být přidružen dotykový displej, jenž dokáže ovládat komunikaci s hláskou na daném počítači. Pro jejich vzájemnou komunikaci byl vytvořen kód pro klienta a server. Server je spuštěn jak na příslušném počítači, tak i na přidruženém dotykovém displeji. Klientský kód vždy jen pošle příkaz, jenž se má provést. Kód klienta je demonstrován zdrojovým kódem 5.5.

Klientský kód je vyvolán vždy, když je potřeba zaslat příkaz protistraně. Jedná se o příkazy spojené s dveří hláskou a s odemknutím zámku. Komunikační protokol zahrnuje následující příkazy:

- **call** – zasílá místnost přidruženému dotykovému displeji v okamžiku, kdy dostává příchozí hovor z jiné místnosti – posílán proto, aby dotykový displej zobrazil obraz z dané místnosti;



```

1 class Client: #trida pro komunikaci: klient
2     #Spoji se s pocitacem host na danem portu (implicitne 10000)
3     def __init__(self, host, port = 10000):
4         self.sock = socket.socket(socket.AF_INET, socket.SOCK_STREAM)
5         try: self.sock.connect((host, port))
6         except: pass
7
8     #Zasle pozadovana data
9     def send(self, data):
10        try: self.sock.send(data+"\n")
11        except: pass
12
13    #Zavre spojeni
14    def __del__(self):
15        self.sock.close()

```

Zdrojový kód 5.5: Třída Client.

- **call <PC>** – posílá dotykový displej přidružené místnosti, aby se zvukem, příp. i obrazem spojila s daným počítačem (adresovaným argumentem <PC>);
- **callEnd** – místnost dává tímto příkazem přidruženému dotykovému displeji najevo, že má zavřít okno s obrazem z dveřní hlásky či jiné místnosti;
- **callInt** – dotykový displej informuje tímto příkazem přidruženou místnost, aby se spojila s dveřní hláskou nebo přijala příchozí hovor z dveřní hlásky v případě, že je právě z hlásky hovor navazován;
- **close** – posílá dotykový displej přidružené místnosti v okamžiku zavření obrazovky s hovorem – daná místnost taktéž zavře okno s hovorem;
- **endCall** – tento příkaz dostává místnost od přidruženého dotykového displeje v okamžiku, kdy dotykový displej skončí právě probíhající hovor či odmítne příchozí hovor z hlásky, při obdržení tohoto příkazu místnost ukončí stávající hovor, příp. odmítne navazující se příchozí hovor;
- **intCall** – zasílá daná místnost přidruženému dotykovému displeji, když je iniciován příchozí hovor z dveřní hlásky – aby dotykový displej zobrazil obraz z hlásky;
- **quit** – tímto příkazem místnost ukončí běžící server, aby nezůstávala zbytečně běžící spojení na pozadí;
- **toggleInt** – dotykový displej tímto příkazem informuje přidruženou místnost, že má zobrazit či skrýt obraz z dveřní hlásky, děje se tak po kliknutí na obraz z hlásky na dotykovém displeji;
- **unlock** – posílá dotykový displej přidružené místnosti, aby odemkla elektromagnetický zámek (viz výše).

Dále bude ukázán kód serveru. Jde o kód, jenž reaguje na příkazy přijaté z klienta pomocí zasílání událostí hlavnímu oknu. Informování o příkazu zasláním události je voleno z důvodu přechodu příkazu mezi několika běžícími vlákny. Nejdříve je potřeba definovat třídu pro práci s přijatým požadavkem – to zajišťuje kód 5.6.

```

1 class TCPHandler(SocketServer.BaseRequestHandler):
2     #Zpracuje prijata data a posle je pomoci udalosti jinemu vlaknu
3     def handle(self):
4         global parent #pro komunikaci se serverem
5         self.data = self.request.recv(1024).strip()
6         parent.send(self.data)

```

Zdrojový kód 5.6: Třída TCPHandler.

Konečně kód serveru je demonstrován ve zdrojovém kódu 5.7. Tento kód vytvoří nové vlákno pro server a okamžitě server v novém vlákně spustí. Metoda `send` slouží pro zaslání události hlavnímu vlákně aplikace při obdržení příkazu, tato metoda je volána instancí třídy TCPHandler. Zavření serveru se děje zasláním příkazu `quit`, aby server reflektoval změnu proměnné `stopped`.

```

1 class Server(Thread): #trida pro komunikaci: server
2     #Spusti server v novem vlaknu na danem portu (implicitne 10000)
3     def __init__(self, mainApp, port = 10000):
4         Thread.__init__(self)
5         self.mainApp = mainApp
6         self.port = port
7         self.stopped = False
8         self.start()
9
10    #Posle prikaz pomoci udalosti oknu self.mainApp
11    def send(self, cmd):
12        self.cmd = cmd
13        event = wx.PyEvent()
14        event.SetEventType(200)
15        wx.PostEvent(self.mainApp, event)
16
17    #Zavre spojeni, zaslani prikazu sobe samemu je potreba pro
18    #zaregistrovani zmeny stavu promenne self.stopped
19    def shutdown(self):
20        try:
21            self.stopped = True
22            Client("localhost", self.port).send("quit")
23        except: pass
24
25    #Zpracovava pozadavky od spusteni prislusneho vlakna
26    def run(self):
27        global parent
28        parent = self #pro zaslani udalosti oknu self.mainApp
29        self.server = SocketServer.TCPServer(("0.0.0.0",self.port), \
30            TCPHandler)
31        while not self.stopped: self.server.handle_request()
32
33    #Zavre soket
34    def __del__(self):
35        self.shutdown()

```

Zdrojový kód 5.7: Třída Server.

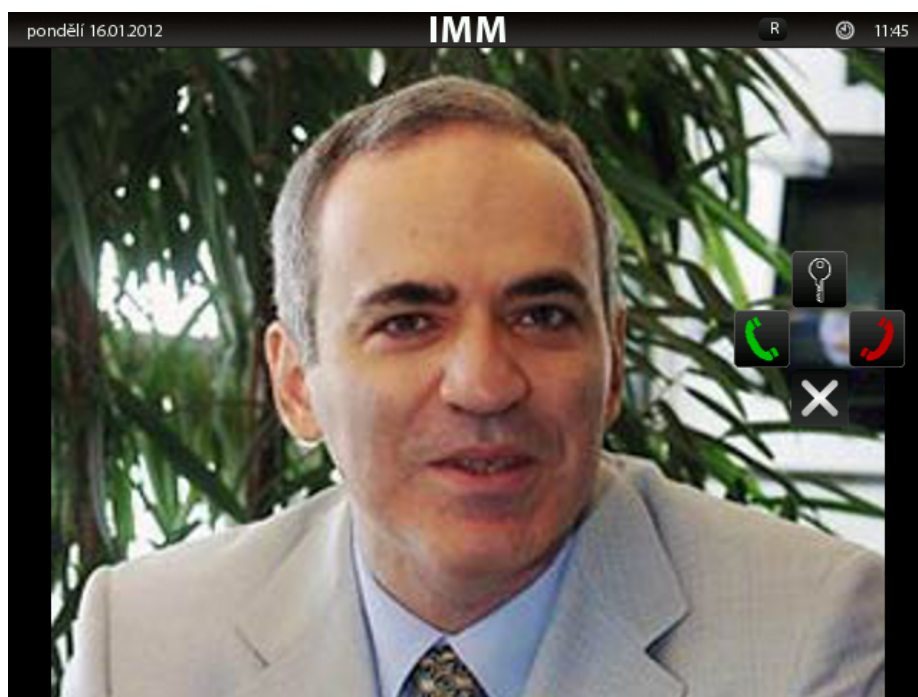


### 5.3.5 Ovládání místnosti dotykovým displejem

Jak již bylo řečeno dříve, k místnosti může být přidružen dotykový displej, jenž ovládá akce prováděné danou místností. Jedná se o akce přijetí/odmítnutí/ukončení hovoru z hlásky, odemknutí zámku na dálku a ukončení hovoru (příp. všech hovorů) z jiné místnosti.

#### Zobrazení obrazu z hlásky

Pro zobrazení obrazu z hlásky slouží ikona interkomu (dveřní hlásky) ve čtvrté řadě ikon odshora vpravo vedle ikony prohlížení Internetu. Otevře se obrazovka ukázaná na obrázku 5.8. Význam tlačítek v kontrolním menu je shodný s významem tlačítek vysvětleným výše. Tato obrazovka se též objeví při ustavování příchozího hovoru z hlásky.



Obrázek 5.8: Obraz z hlásky na dotykovém displeji<sup>3</sup>.

#### Příchozí hovor z jiné místnosti

Při příchozím hovoru z jiné místnosti se objeví podobná obrazovka jako v případě příchozího hovoru z hlásky – pouze s tím rozdílem, že místo čtyř tlačítek v kontrolním menu bude pouze jedno: tlačítko s křížkem.

## 5.4 Instalace komunikačního subsystému

Pro instalaci komunikačního subsystému byl vytvořen poměrně obsáhlý skript, jenž slouží univerzálně pro instalaci podsystému jak na osobních počítačích, tak i na dotykových displejích. Při startu skriptu je zjištěno, na jaké z těchto dvou platforem běží. Volání instalátoru může být lehce přidáno do instalátoru systému iMM, tak aby se hláska instalovala pouze

<sup>3</sup>jako obraz z kamery použit obrázek z [5].

v případě, že je její instalace vyžádána (nastavitelně v konfiguraci instalátoru systému IMM).

#### 5.4.1 Instalace na osobním počítači

Při instalaci na osobním počítači skript provádí následující operace:

1. Nejdříve detekuje, zda je spuštěn na serveru. Pokud je spuštěn na serveru, nainstaluje a nakonfiguruje<sup>4</sup> server Asterisk.
2. Pokud je spuštěn na počítači, jemuž je přiřazena místnost (např. server nemusí mít místnost přiřazenu), nainstaluje upravený program Twinkle. Nejdříve jsou nainstalovány/aktualizovány všechny závislosti pro program dostupné z oficiálních repositářů: balíčky `libqt3-mt-dev`, `libqt3-headers`, `libsndfile-dev`, `libmagic-dev`, `libzrtpcpp-dev`, `libreadline-dev`, `libboost-dev`, `boost-build`, `libasound2-dev`, `boostpythongenerator`, `libboost-regex-dev`, `libxml2-dev`, `g++` a `autoconf`. Protože byl samotný program Twinkle upraven, není možné jej instalovat z repositářových balíčků; balíčky `ccrtp`, `commoncpp2` a `twinkle` byly upraveny a zkompileovány zvlášť a jsou dodávány s instalátorem. Nakonec je program Twinkle automaticky nakonfigurován podle instalační konfigurace.
3. Na počítači s přiřazenou místností dále nainstaluje konfiguraci komunikačního subsystému, zkopíruje pro něj ikony a vytvoří pomocné skripty, jež jsou volány programem Twinkle.

#### 5.4.2 Instalace na dotykovém displeji

Při instalaci na dotykovém displeji skript provádí následující operace:

1. Zkopíruje soubor `resources.o`, jenž obsahuje přidané ikony, do patřičného adresáře (`/usr/share/imm-touch/`).
2. Vytvoří záplatový soubor pro konfiguraci (`/etc/imm/touch.ini`) na základě instalační konfigurace a aplikuje jej.
3. Nakonec se zkopírují zdrojové kódy, jejichž funkčnost byla upravena, do příslušného adresáře (`/usr/lib/python2.6/site-packages/imm_touch/app/screens/`).

---

<sup>4</sup>nastaví klapku pro každou místnost a pro každou klapku vytvoří uživatelský účet.

## Kapitola 6

# Závěr

V rámci teoretické části diplomové práce jsem nastudoval poměrně značné množství literatury v angličtině, pouze nepatrný zlomek literatury byl dostupný v češtině. Díky tomuto teoretickému základu jsem popsal stručně, co si má člověk představit pod pojmy inteligentní budova, řízení inteligentní budovy, získávání informací z prostředí pomocí senzorů, ovlivňování prostředí aktuátory a jaké jsou zajímavé praktické ukázky inteligentních budov ve světě.

Dále jsem se v rámci teoretické části věnoval inteligentní domácnosti, jejímu implementačnímu vyvíjení, nejrozmanitější standardizaci a možnosti propojení jednotlivých komponent bezdrátově pomocí různých specifických protokolů.

## Dosažené výsledky

V praktické části diplomové práce jsem se věnoval implementaci komunikačního subsystému. Implementaci jsem provedl kompletně celou a je běžně nabízena již téměř celý rok se systémem iMM.

V průběhu řešení diplomové práce jsem si prakticky ověřil své inženýrské schopnosti, když jsem procházel nedokumentovaný zdrojový kód systému iMM a hledal způsob, jakým do něj začlenit komunikační podsystém.

## Vlastní přínos

První část implementace posloužila dobře pro prezentaci společnosti ELKO EP, s.r.o., na veletrhu Amper [38] v roce 2011 – také díky ní přitáhla expozice společnosti spoustu návštěvníků, zvláštní pozornost si získalo odemykání na dálku.

## Další vývoj

V rámci komunikačního subsystému je možné přidat konferenční hovory, aby bylo možné komunikovat s více lidmi zároveň. Tato funkčnost nebyla v rámci tohoto diplomového projektu požadována, nicméně v budoucnosti zcela jistě najde uplatnění.

## Návaznost na další projekty

Tento projekt navazuje volně na projekt dotykového displeje, využívá naprogramovaný systém pro tuto platformu a vhodně jej doplňuje. Dále je též možné začlenit komunikační podsystém do RF Touch, novinky společnosti ELKO EP, s. r. o., za něž dostala na veletrhu Amper [38] v roce 2011 cenu Zlatý Amper.

# Literatura

- [1] 2N Telekomunikace, a. s. *2N<sup>®</sup> Helios IP* [online]. Poslední modifikace: 15. dubna 2010. [cit. 2012-01-09]. Dostupné na URL: <<http://www.2n.cz/download/2/2/6/2n-helios-ip-uzivatelsky-manual-pb1509-v1.8.0.7.pdf>>.
- [2] Akyildiz, I. F.; Su, W.; Sankarasubramaniam, Y.; aj. Wireless sensor networks: a survey. *Computer Networks*, ročník 38, 2002: s. 393–422, ISSN 1389-1286.
- [3] Bernaden, J. A.; Neubauer, R. E. (editoři). *The Intelligent Building Sourcebook*. Fairmont Press, 1988, ISBN 0-88173-019-X, s. 501.
- [4] De Boer, M. *Twinkle* [online]. Poslední modifikace: 9. ledna 2012. [cit. 2012-01-09]. Dostupné na URL: <<http://www.twinklephone.com/>>.
- [5] Chess World Magazine. *Garry Kasparov Will Play Tournament Against Amateur Chess Players in Bratislava* [online]. Poslední modifikace: 30. dubna 2012. [cit. 2012-04-30]. Dostupné na URL: <<http://chessworldmagazine.wordpress.com/2011/10/14/>>.
- [6] Clements-Croome, D. (editor). *Intelligent Buildings: design, management and operation*. Thomas Telford Publishing, 2004, ISBN 0-7277-3266-8, s. 408.
- [7] Collins-Sussman, B.; Fitzpatrick, B. W.; Pilato, C. M. *Version Control with Subversion* [online]. Poslední modifikace: 10. dubna 2012. [cit. 2012-04-10]. Dostupné na URL: <<http://svnbook.red-bean.com/en/1.7/svn-book.pdf>>.
- [8] Dražanský, M. *Přednáškové podklady kurzu Inteligentní senzory*. Brno, FIT VUT v Brně, 2006–2011.
- [9] Ehrlich, C. (editor). *Intelligent Building Dictionary: terminology for smart, integrated, green building design, construction and management*. Hands-on-Guide, 2007, ISBN 978-0-9796408-4-1, s. 294.
- [10] ELKO EP, s. r. o. *INELS Touch Panel* [online]. Poslední modifikace: 26. ledna 2011. [cit. 2012-01-09]. Dostupné na URL: <[http://www.elkoop.cz/data/downloads/\\_brozury/cz/iTP\\_brozura.pdf](http://www.elkoop.cz/data/downloads/_brozury/cz/iTP_brozura.pdf)>.
- [11] ELKO EP, s. r. o. *Multimediální rozšíření iNELS* [online]. Poslední modifikace: 9. ledna 2012. [cit. 2012-01-09]. Dostupné na URL: <<http://www.elkoop.cz/multimedialni-rozsireni-inels/>>.
- [12] ELKO EP, s. r. o. *O společnosti ELKO EP, s. r. o.* [online]. Poslední modifikace: 9. ledna 2012. [cit. 2012-01-09]. Dostupné na URL: <<http://www.elkoop.cz/profil-spolecnosti-2/>>.

- [13] ELKO EP, s.r.o. *O systému iNELS* [online]. Poslední modifikace: 9. ledna 2012. [cit. 2012-01-09]. Dostupné na URL: <http://www.inels.cz/index.php?sekce=view>.
- [14] ELKO EP, s.r.o. *Váš dům vás má rád*. ELKO EP, s.r.o., 2010, s. 20.
- [15] Ergen, S. C. ZigBee/IEEE 802.15.4 Summary. Technická zpráva, University of California, Berkeley, 2004, s. 35.
- [16] Foster + Partners. *Century Tower* [online]. Poslední modifikace: 26. dubna 2012. [cit. 2012-04-26]. Dostupné na URL: <http://www.fosterandpartners.com/Projects/0409/Default.aspx>.
- [17] Frank, R. *Understanding Smart Sensors*. Artech House, 2nd edition, 2000, ISBN 0-89006-311-7, s. 389.
- [18] Free Software Foundation, Inc. *Referenční příručka programu BASH* [online]. Poslední modifikace: 8. dubna 2012. [cit. 2012-04-08]. Dostupné na URL: <http://www.gnu.org/software/bash/manual/bashref.html>.
- [19] Gann, D.; Barlow, J.; Venables, T. *Digital Futures: Making Homes Smarter*. Chartered Institute of Housing, 1999, ISBN 1-900396-14-9, s. 144.
- [20] Gast, M. *802.11<sup>®</sup> Wireless Networks: The Definitive Guide*. O'Reilly, 2002, ISBN 0-596-00183-5, s. 436.
- [21] Goodwin, S. *Smart Home Automation with Linux*. New York: Springer-Verlag, 2010, ISBN 978-1-4302-2778-6, s. 289.
- [22] Handley, M.; Jacobson, V.; Perkins, C. *SDP: Session Description Protocol*. RFC 4566, July 2006, s. 49.
- [23] Hanáček, P. *Přednáškové podklady kurzu Bezdrátové a mobilní sítě*. Brno, FIT VUT v Brně, 2006–2011.
- [24] Harper, R. (editor). *Inside the Smart Home*. Springer-Verlag, 2003, ISBN 1-85233-688-9, s. 264.
- [25] Harrison, A.; Loe, E.; Read, J. (editoři). *Intelligent Buildings in South East Asia*. Alden Press, 1998, ISBN 0-419-21290-6, s. 183.
- [26] Hsu, V. S.; Kahn, J. M.; Pister, K. S. J. *Wireless Communications for Smart Dust*. Technická zpráva UCB/ERL M98/2, EECS Department, University of California, Berkeley, 1998, s. 20.
- [27] Intanagonwiwat, C.; Govindan, R.; Estrin, D. Directed Diffusion: A Scalable and Robust Communication Paradigm for Sensor Networks. In *MOBICOM*, ACM, 2000, ISBN 1581131976, s. 56–67.
- [28] Janoušek, V. *Přednáškové podklady kurzu Inteligentní systémy*. Brno, FIT VUT v Brně, 2006–2011.
- [29] Kočí, R.; Křena, B. *Přednáškové podklady kurzu Úvod do softwarového inženýrství*. Brno, FIT VUT v Brně, 2001–2011.

- [30] Moore, C. G. *Indirect Adaptive Fuzzy Controllers*. Dizertační práce, University of Southampton, 1992, s. 164.
- [31] País, E. E. *Linus Torvalds* [online]. Poslední modifikace: 26. dubna 2012. [cit. 2012-04-26]. Dostupné na URL: <[http://tecnologia.elpais.com/tecnologia/2012/04/19/actualidad/1334852715\\_497713.html](http://tecnologia.elpais.com/tecnologia/2012/04/19/actualidad/1334852715_497713.html)>.
- [32] Python Software Foundation. *Python* [online]. Poslední modifikace: 9. ledna 2012. [cit. 2012-01-09]. Dostupné na URL: <<http://python.org/>>.
- [33] Ramamurthy, H.; Prabhu, B. S.; Gadh, R. Wireless Industrial Monitoring and Control Using a Smart Sensor Platform. *IEEE Sensors Journal*, ročník 7, 2007: s. 611–618, ISSN 1530-437X.
- [34] Rosenberg, J.; Schulzrinne, H.; Camarillo, G.; aj. *SIP: Session Initiation Protocol*. RFC 3261, June 2002, s. 269.
- [35] Schulzrinne, H.; Casner, S.; Frederick, R.; aj. *RTP: A Transport Protocol for Real-Time Applications*. RFC 3550, July 2003, s. 104.
- [36] Schulzrinne, H.; Rao, A.; Lanphier, R. *Real Time Streaming Protocol (RTSP)*. RFC 2326, April 1998, s. 92.
- [37] Schulzrinne, H.; Taylor, T. *RTP Payload for DTMF Digits, Telephony Tones, and Telephony Signals*. RFC 4733, December 2006, s. 49.
- [38] Terinvest, s. r. o. *Veletrh Amper* [online]. Poslední modifikace: 10. dubna 2012. [cit. 2012-04-10]. Dostupné na URL: <<http://www.amper.cz/>>.
- [39] The Asterisk Community. *Asterisk* [online]. Poslední modifikace: 9. ledna 2012. [cit. 2012-01-09]. Dostupné na URL: <<http://www.asterisk.org/>>.
- [40] Vivotek, Inc. *IP kamera Vivotek PZ7132* [online]. Poslední modifikace: 8. dubna 2012. [cit. 2012-04-08]. Dostupné na URL: <[http://www.vivotek.com/products/model.php?network\\_camera=pz7132](http://www.vivotek.com/products/model.php?network_camera=pz7132)>.
- [41] Wang, S. *Intelligent Buildings and Building Automation*. CPI Antony Rowe, 2010, ISBN 978-0-415-47570-9, s. 248.
- [42] Zadeh, L. A. Fuzzy Sets. *Information and Control*, ročník 8, 1965: s. 338–353, ISSN 0019-9958.